

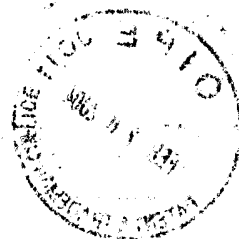


TRANSMITTAL FORM (to be used for all correspondence after initial filing)		Application No.	10/727,819
		Filing Date	December 3, 2003
		First Named Inventor	Cyril Barre
		Art Unit	
		Examiner Name	
Total Number of Pages in This Submission	6	Attorney Docket Number	15675P497

ENCLOSURES (check all that apply)		
<input checked="" type="checkbox"/> Fee Transmittal Form <input type="checkbox"/> Fee Attached <input type="checkbox"/> Amendment / Response <input type="checkbox"/> After Final <input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s) <input type="checkbox"/> Extension of Time Request <input type="checkbox"/> Express Abandonment Request <input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement <input type="checkbox"/> PTO/SB/08 <input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s) <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts/Incomplete Application <input type="checkbox"/> Basic Filing Fee <input type="checkbox"/> Declaration/POA <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53	<input type="checkbox"/> Drawing(s) <input type="checkbox"/> Licensing-related Papers <input type="checkbox"/> Petition <input type="checkbox"/> Petition to Convert a Provisional Application <input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation Change of Correspondence Address <input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer <input type="checkbox"/> Request for Refund <input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s)	<input type="checkbox"/> After Allowance Communication to Group <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Group (Appeal Notice, Brief, Reply Brief) <input type="checkbox"/> Proprietary Information <input type="checkbox"/> Status Letter <input checked="" type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below): <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;">Request for Priority Return receipt postcard</div>
Remarks		

SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT	
Firm or Individual name	Eric S. Hyman, Reg. No. 30,139 BLAKELY, SOKOLOFF, TAYLOR & ZAFMAN LLP
Signature	
Date	2/17/04

CERTIFICATE OF MAILING/TRANSMISSION			
I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service on the date shown below with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.			
Typed or printed name	Nadya Gordon		
Signature		Date	2/17/04





FEETRANSMITTAL for FY 2004

Effective 01/01/2004. Patent fees are subject to annual revision.

☐ Applicant claims small entity status. See 37 CFR 1.27.

TOTAL AMOUNT OF PAYMENT

(\$)

Complete if Known

Application Number	10/727,819
Filing Date	December 3, 2003
First Named Inventor	Cyril Barre
Examiner Name	
Art Unit	
Attorney Docket No.	15675P497

METHOD OF PAYMENT (check all that apply)

☐ Check ☐ Credit card ☐ Money Order ☐ Other ☒ None

☒ Deposit Account

Deposit
Account
Number

02-2666

Deposit
Account
Name

Blakely, Sokoloff, Taylor & Zafman LLP

The Commissioner is authorized to: (check all that apply)

☒ Charge fee(s) indicated below ☒ Credit any overpayments
☒ Charge any additional fee(s) or underpayment of fees as required under 37 CFR §§ 1.16, 1.17, 1.18 and 1.20.
☐ Charge fee(s) indicated below, except for the filing fee to the above-identified deposit account

FEE CALCULATION

1. BASIC FILING FEE

Large Entity		Small Entity		Fee Description	Fee Paid
Fee Code	Fee (\$)	Fee Code	Fee (\$)		
1001	770	2001	385	Utility filing fee	
1002	340	2002	170	Design filing fee	
1003	530	2003	265	Plant filing fee	
1004	770	2004	385	Reissue filing fee	
1005	160	2005	80	Provisional filing fee	

SUBTOTAL (1)

(\$)

2. EXTRA CLAIM FEES

Total Claims - 20^{**} = X =
Independent Claims - 3 = X =
Multiple Dependent =

Large Entity		Small Entity		Fee Description	Fee Paid
Fee Code	Fee (\$)	Fee Code	Fee (\$)		
1202	18	2202	9	Claims in excess of 20	
1201	85	2201	43	Independent claims in excess of 3	
1203	290	2203	145	Multiple Dependent claim, if not paid	
1204	85	2204	43	**Reissue independent claims over original patent	
1205	18	2205	9	**Reissue claims in excess of 20 and over original patent	

SUBTOTAL (2)

(\$)

^{**}or number previously paid, if greater. For Reissues, see below

FEE CALCULATION (continued)

3. ADDITIONAL FEES

Large Entity		Small Entity		Fee Description	Fee Paid
Fee Code	Fee (\$)	Fee Code	Fee (\$)		
1051	130	2051	65	Surcharge - late filing fee or oath	
1052	50	2052	25	Surcharge - late provisional filing fee or cover sheet	
2053	130	2053	130	Non-English specification	
1812	2,520	1812	2,520	For filing a request for ex parte reexamination	
1804	920 *	1804	920 *	Requesting publication of SIR prior to Examiner action	
1805	1,840 *	1805	1,840 *	Requesting publication of SIR after Examiner action	
1251	110	2251	55	Extension for reply within first month	
1252	420	2252	210	Extension for reply within second month	
1253	950	2253	475	Extension for reply within third month	
1254	1,480	2254	740	Extension for reply within fourth month	
1255	1,210	2255	605	Extension for reply within fifth month	
1404	330	2401	165	Notice of Appeal	
1402	330	2402	165	Filing a brief in support of an appeal	
1403	290	2403	145	Request for oral hearing	
1451	1,510	2451	1,510	Petition to institute a public use proceeding	
1452	110	2452	55	Petition to revive - unavoidable	
1453	1,330	2453	665	Petition to revive - unintentional	
1501	1,330	2501	665	Utility issue fee (or reissue)	
1502	480	2502	240	Design issue fee	
1503	640	2503	320	Plant issue fee	
1460	130	2460	130	Petitions to the Commissioner	
1807	50	1807	50	Processing fee under 37 CFR 1.17(q)	
1806	180	1806	180	Submission of Information Disclosure Stmt	
8021	40	8021	40	Recording each patent assignment per property (times number of properties)	
1809	770	1809	385	Filing a submission after final rejection (37 CFR § 1.129(a))	
1810	770	2810	385	For each additional invention to be examined (37 CFR § 1.129(b))	
1801	770	2801	385	Request for Continued Examination (RCE)	
1802	900	1802	900	Request for expedited examination of a design application	

Other fee (specify) _____

* Reduced by Basic Filing Fee Paid

SUBTOTAL (3)

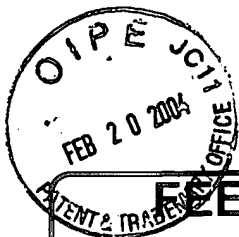
(\$)

SUBMITTED BY

Complete (if applicable)

Name (Print/Type)	Eric S. Hyman	Registration No. (Attorney/Agent)	30,139	Telephone	(310) 207-3800
Signature		Date	2/17/04		





FEE TRANSMITTAL for FY 2004

Effective 01/01/2004. Patent fees are subject to annual revision.

☐ Applicant claims small entity status. See 37 CFR 1.27.

TOTAL AMOUNT OF PAYMENT

(\$)

Complete if Known

Application Number 10/727,819
Filing Date December 3, 2003
First Named Inventor Cyril Barre
Examiner Name
Art Unit
Attorney Docket No. 15675P497

METHOD OF PAYMENT (check all that apply)

☐ Check ☐ Credit card ☐ Money Order ☐ Other ☒ None
☒ Deposit Account

Deposit
Account
Number

02-2666

Deposit
Account
Name

Blakely, Sokoloff, Taylor & Zafman LLP

The Commissioner is authorized to: (check all that apply)

☒ Charge fee(s) indicated below ☒ Credit any overpayments
☒ Charge any additional fee(s) or underpayment of fees as required under 37 CFR §§ 1.16, 1.17, 1.18 and 1.20.
☐ Charge fee(s) indicated below, except for the filing fee to the above-identified deposit account

FEE CALCULATION

1. BASIC FILING FEE

Large Entity		Small Entity		Fee Description	Fee Paid
Fee Code	Fee (\$)	Fee Code	Fee (\$)		
1001	770	2001	385	Utility filing fee	
1002	340	2002	170	Design filing fee	
1003	530	2003	265	Plant filing fee	
1004	770	2004	385	Reissue filing fee	
1005	160	2005	80	Provisional filing fee	
SUBTOTAL (1)					(\$)

2. EXTRA CLAIM FEES

Total Claims - 20 = X =
Independent Claims 3 = X =
Multiple Dependent =

Large Entity		Small Entity		Fee Description	Fee Paid
Fee Code	Fee (\$)	Fee Code	Fee (\$)		
1202	18	2202	9	Claims in excess of 20	
1201	86	2201	43	Independent claims in excess of 3	
1203	290	2203	145	Multiple Dependent claim, if not paid	
1204	86	2204	43	**Reissue independent claims over original patent	
1205	18	2205	9	**Reissue claims in excess of 20 and over original patent	
SUBTOTAL (2)					(\$)

*or number previously paid, if greater, For Reissues, see below

FEE CALCULATION (continued)

3. ADDITIONAL FEES

Large Entity		Small Entity		Fee Description	Fee Paid
Fee Code	Fee (\$)	Fee Code	Fee (\$)		
1051	130	2051	65	Surcharge - late filing fee or oath	
1052	50	2052	25	Surcharge - late provisional filing fee or cover sheet	
2053	130	2053	130	Non-English specification	
1812	2,520	1812	2,520	For filing a request for ex parte reexamination	
1804	920 *	1804	920 *	Requesting publication of SIR prior to Examiner action	
1805	1,840 *	1805	1,840 *	Requesting publication of SIR after Examiner action	
1251	110	2251	55	Extension for reply within first month	
1252	420	2252	210	Extension for reply within second month	
1253	950	2253	475	Extension for reply within third month	
1254	1,480	2254	740	Extension for reply within fourth month	
1255	1,210	2255	605	Extension for reply within fifth month	
1404	330	2401	165	Notice of Appeal	
1402	330	2402	165	Filing a brief in support of an appeal	
1403	290	2403	145	Request for oral hearing	
1451	1,510	2451	1,510	Petition to institute a public use proceeding	
1452	110	2452	55	Petition to revive - unavoidable	
1453	1,330	2453	665	Petition to revive - unintentional	
1501	1,330	2501	665	Utility issue fee (or reissue)	
1502	480	2502	240	Design issue fee	
1503	640	2503	320	Plant issue fee	
1460	130	2460	130	Petitions to the Commissioner	
1807	50	1807	50	Processing fee under 37 CFR 1.17(q)	
1806	180	1806	180	Submission of Information Disclosure Stmt	
8021	40	8021	40	Recording each patent assignment per property (times number of properties)	
1809	770	1809	385	Filing a submission after final rejection (37 CFR § 1.129(a))	
1810	770	2810	385	For each additional invention to be examined (37 CFR § 1.129(b))	
1801	770	2801	385	Request for Continued Examination (RCE)	
1802	900	1802	900	Request for expedited examination of a design application	
Other fee (specify)					

* Reduced by Basic Filing Fee Paid

SUBTOTAL (3)

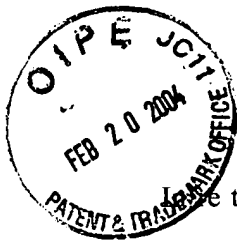
(\$)

SUBMITTED BY

Complete (if applicable)

Name (Print/Type) Eric S. Hyman Registration No. 30,139 Telephone (310) 207-3800
Signature Date 2/17/04





DOCKET NO.: 15675P497

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In Re the Application of:

CYRIL BARRE, ET AL.

Application No.: 10/727,819

Filed: December 03, 2003

For: **Ice Detection Assembly Installed On
An Aircraft**

Art Group:

Examiner:

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

REQUEST FOR PRIORITY

Applicant respectfully requests a convention priority for the above-captioned application, namely:

COUNTRY	APPLICATION NUMBER	DATE OF FILING
France	0313470	18 November 2003

☒ A certified copy of the document is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

Blakely, Sokoloff, Taylor & Zafman LLP

Dated: 2/17/04

Eric S. Hyman, Reg. No. 30,139

12400 Wilshire Boulevard, 7th Floor
Los Angeles, CA 90025
Telephone: (310) 207-3800

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service on the date shown below with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Nadya Gordon 2/17/04
Nadya Gordon Date





BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le **08 JAN. 2004**

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr



26 bis, rue de Saint Pétersbourg - 75800 Paris Cedex 08

Pour vous informer : INPI DIRECT

N° Indigo 0 825 83 85 87

0,15 € TTC/mn

Télécopie : 33 (0)1 53 04 52 65

Réservé à l'INPI

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

N° 11354*03

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 1/2

BR1

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 @ W / 030103

REMISE DES PIÈCES
DATE **18 NOV 2003**
LIEU **75 INPI PARIS 34 SP**
N° D'ENREGISTREMENT **0313470**
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI
DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE **18 NOV. 2003**
PAR L'INPI

Vos références pour ce dossier
(facultatif) **240986 D21738 OC**

1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE

Cabinet REGIMBEAU
20, rue de Chazelles
75847 PARIS CEDEX 17
FRANCE

Confirmation d'un dépôt par télécopie

☐ N° attribué par l'INPI à la télécopie

2 NATURE DE LA DEMANDE

☐ Cochez l'une des 4 cases suivantes

Demande de brevet

☐

Demande de certificat d'utilité

☐

Demande divisionnaire

☐

Demande de brevet initiale

N°

Date

ou demande de certificat d'utilité initiale

N°

Date

Transformation d'une demande de
brevet européen *Demande de brevet initiale*☐

N°

Date

3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)

ENSEMBLE DE DETECTION DE GIVRE DESTINE A ETRE MONTE SUR AERONEF

4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE

Pays ou organisation

Date

N°

Pays ou organisation

Date

N°

Pays ou organisation

Date

N°

☐ S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»

5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)

☐ Personne morale

☐ Personne physique
Nom
ou dénomination sociale

AUXITROL SA

Prénoms

Forme juridique

SOCIETE ANONYME

N° SIREN

391288347

Code APE-NAF

5, Allée Charles Pathé, 18000 BOURGES

Domicile

Rue

ou
siège

Code postal et ville

Pays

FRANCE

Française

Nationalité

N° de téléphone (facultatif)

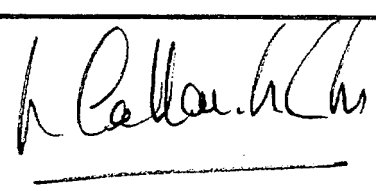
N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

☐ S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»
Remplir impérativement la 2^{ème} page

BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ
REQUÊTE EN DÉLIVRANCE
 page 2/2

BR2

REMISE DES PIÈCES DATE 18 NOV 2003 LIEU 75 INPI PARIS 34 SP N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI 0313470		Réservé à l'INPI		DB 540 W / 030103	
6 MANDATAIRE (s'il y a lieu) Nom Prénom Cabinet ou Société N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel Adresse Rue Code postal et ville Pays N° de téléphone (facultatif) N° de télécopie (facultatif) Adresse électronique (facultatif)		240986 OC Cabinet REGIMBEAU 20, rue de Chazelles 75847 PARIS CEDEX 17 01 44 29 35 00 01 44 29 35 99 info@regimbeau.fr			
7 INVENTEUR (S) Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)			
8 RAPPORT DE RECHERCHE Établissement immédiat ou établissement différé Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non			
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS Le support électronique de données est joint La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes		<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)				VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI L. MARIELLO	

La présente invention a trait à un ensemble de détection de givre monté sur un aéronef, tel qu'un avion, qui permette de détecter une accréation de givre sur des surfaces de l'aéronef.

La détection de givre est habituellement utilisée dans l'aviation, au cours du vol, pour indiquer la présence de givre dans l'air environnant l'appareil.

La fiabilité et la précision de cette détection sont très importantes puisque le givre peut détériorer les propriétés de certaines parties d'un aéronef, telles que des propriétés aérodynamiques de parties d'ailes ou d'admissions de moteur, et augmenter la masse de l'aéronef. Ceci peut alors entraîner la perte de portance et de maniabilité de l'aéronef.

L'ensemble de détection, comportant une partie intrusive immergée dans l'écoulement d'air environnant l'aéronef, est typiquement positionné aux emplacements de l'aéronef particulièrement soumis aux conditions givrantes, tels que le nez de l'appareil ou les ailes, afin de détecter les premiers signes d'apparition de givre.

En référence à la figure 1, un ensemble de détection 100 connu comprend :

- un mât 120 ; et
- un doigt 110 de forme allongée, monté sur le mât 120, s'étendant dans l'air environnant.

Le doigt 110 constitue un élément sensible oscillant, typiquement excité via un dispositif magnétostrictif ou piézo-électrique, ayant une fréquence propre d'oscillation sensible à un dépôt de givre, de sorte que, lorsque du givre s'accumule sur le doigt 110, la masse du doigt 110 varie et la fréquence d'oscillation change alors jusqu'à être en deçà d'un seuil de détection déterminé. On provoque ainsi le déclenchement d'un signal de détection de givre.

Optionnellement, ce type d'ensemble de détection 100 comprend en outre un système de réchauffage destiné à dégivrer temporairement le doigt 110, avant de réaliser une nouvelle détection de givre. Ainsi,

l'ensemble de détection 100 est mis en œuvre selon des cycles successifs détection / dégivrage.

Le système de réchauffage classiquement utilisé est à effet Joule.

Ce type d'ensemble de détection 100 présente toutefois un
5 inconvénient majeur pour les détections de givre au voisinage du début des conditions givrantes (température statique de l'air environnant proche de 0°C). En effet, l'aéronef, du fait de son déplacement dans l'air, génère dans son proche environnement une modification du champ aérodynamique (pression locale et vitesse). L'ensemble de détection 100 est aussi soumis
10 à cette modification des caractéristiques aérodynamiques de l'écoulement d'air. Ainsi, la température d'équilibre de l'ensemble de détection 100, sera inférieure à la température totale de l'écoulement (température incluant l'influence de la vitesse) et sera supérieure à la température statique du milieu dans lequel évolue l'aéronef, appelée aussi OAT pour "Outside Air
15 Temperature". Plus la vitesse de l'aéronef sera élevée, plus cette température d'équilibre sera supérieure à l'OAT.

Aussi, lorsque cette OAT est égale ou légèrement inférieure à la température de givrage, l'ensemble de détection de l'art antérieur ne détectera pas de givre même s'il est soumis à des conditions givrantes.

20 Une diminution de la vitesse de l'aéronef approchant la température d'équilibre de l'ensemble de détection 100 de la température de givrage, provoquera alors une apparition de givre sur l'élément sensible qui aurait pu être détectée auparavant.

Il est bien connu de l'homme de l'art que le fait d'incliner un doigt
25 110 selon un angle et une direction d'inclinaison convenablement choisis peut créer sur une partie du doigt 110 une diminution de la température de sa paroi. Un tel doigt 110 incliné pourra par exemple être retrouvé sur la figure 3 du document US 4,333,004.

Cependant ce système ne permet pas une forte diminution de la
30 température d'équilibre et ne permet pas de contrôle sur la valeur de cette diminution de température obtenue.

Le document US 4 570 881 enseigne un détecteur de givre 130, représenté sur la figure 18, comprenant une membrane flexible 132 sur laquelle est fixé un transducteur piézoélectrique 131 qui, sous excitation électrique, est apte à mettre en vibration la membrane 132 à une fréquence
5 de résonance, la fréquence de vibration de la membrane variant alors en fonction de la raideur modifiée par l'accrétion de givre sur la membrane. Ce détecteur de givre 130 comprend en outre un système de refroidissement et de réchauffage 135 à effet Peltier, le refroidissement et le réchauffage s'inscrivant dans des cycles de givrage/dégivrage de la membrane.

10 L'élément sensible du détecteur de givre 130 est ainsi caractérisé par une température d'équilibre plus faible.

Cependant, ce détecteur de givre 130 présente une faible surface de détection, et la détection de givre peut donc s'avérer ne pas être suffisamment fiable.

15 Par ailleurs, il n'expose qu'une seule face de détection, et ne s'étend pas dans les trois dimensions, en éloignement de l'aéronef (tel que le fait ledit doigt 110), ce qui peut nuire à la qualité du résultat obtenu.

Enfin, l'utilisation de l'effet Peltier implique une puissance de dégivrage du même ordre de grandeur que la puissance de refroidissement
20 (de l'ordre de quelques Watts). Or, la puissance nécessaire à un dégivrage rapide de la surface de l'élément sensible est beaucoup plus importante (quelques dizaines de Watts). Ainsi, le système Peltier est peu adapté au besoin de dégivrage rapide facilitant une nouvelle détection.

Un premier objectif de la présente invention est de réaliser un
25 ensemble de détection monté sur un aéronef qui permette de détecter du givre pour des OAT proches de la température de début de givrage.

Un deuxième objectif de la présente invention est de réaliser cette détection de manière précise, fiable et ajustable.

Un troisième objectif de la présente invention est de réaliser cette
30 détection quelle que soit la taille des gouttes d'eau.

Un quatrième objectif de l'invention est de mettre en œuvre des cycles successifs givrage/dégivrage au niveau de l'ensemble de détection, de sorte que le dégivrage soit réalisé plus rapidement.

A cet effet, l'invention propose selon un premier aspect un
5 ensemble de détection de givre destiné à être monté sur aéronef, comprenant un doigt vibrant et un mât, le doigt vibrant s'étendant dans l'air à partir du mât et étant apte à être mis en vibration par des moyens de mise en vibration à une fréquence de résonance sensible à un dépôt de givre sur sa surface, caractérisé en ce qu'il comprend un système de refroidissement
10 apte à refroidir au moins une partie de l'ensemble de détection.

Un tel ensemble de détection de givre comprend avantageusement au moins une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- le doigt inclut au moins une partie dudit système de refroidissement ;
- le doigt comporte au moins deux ouvertures reliées par au moins un
15 canal traversant, de sorte à y créer localement un écoulement d'air refroidissant la surface du doigt, constituant ainsi ledit système de refroidissement ;
- l'ensemble de détection comprend en outre un dispositif à membrane flexible monté sur le mât, la membrane vibrante étant apte à être mise en
20 vibration par des moyens de mise en vibration à une fréquence de résonance sensible à un dépôt de givre sur sa surface et étant refroidie par au moins une partie dudit système de refroidissement ;
- la membrane est située sur une surface d'attaque du mât, c'est à dire une surface du mât qui fait face au flux d'air ;
- 25 – la surface d'attaque du mât est biseautée, la surface du biseau ayant un angle déterminé avec la direction du flux d'air ;
- ladite surface du biseau est concave ;
- le dispositif à membrane est situé sur un flanc du mât, c'est à dire sur une surface latérale par rapport à une surface du mât faisant face au flux
30 d'air ;

- le système de refroidissement comprend un système de pompe à chaleur compression/détente ;
- le système de refroidissement comprend un système à effet Peltier ;
- l'ensemble de détection comprend en outre un capteur de température destiné à mesurer la température du doigt ;
- l'ensemble de détection comprend en outre un capteur de température destiné à mesurer la température de la membrane vibrante ;
- l'ensemble de détection comporte au moins un capteur de température apte à mesurer la température représentative de la température totale ou statique de l'air environnant, relié à des moyens de contrôle du refroidissement ;
- l'ensemble de détection de givre comprend en outre au moins un capteur de température apte à mesurer une température représentative de la température totale ou statique de l'air environnant, relié à des moyens pour contrôler qui de la membrane ou du doigt fournira les données de détection de givre à des moyens de traitement, selon les données de température fournies par au moins le capteur ;
- l'ensemble de détection de givre comprend un capteur de température apte à mesurer la température d'équilibre du doigt et/ou la température représentative de la température de la membrane, celle(s)-ci étant asservie(s) par rapport à la température totale ou statique de l'air environnant grâce au système de refroidissement adapté,
- pour une température mesurée par au moins le capteur inférieure à environ -5°C , ce sont les données provenant du doigt qui sont fournies aux moyens de traitement, et au-dessus de -5°C , ce sont les données provenant de la membrane qui sont fournies aux moyens de traitement ;
- l'ensemble de détection de givre comprend en outre un système de dégivrage ;
- les fonctions de dégivrage et de refroidissement sont assurées par le même dispositif.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront encore de la description qui suit, laquelle est purement illustrative et non limitative et doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

- 5 - La figure 1 illustre un ensemble de détection de givre vu en perspective.
- La figure 2 illustre un premier ensemble de détection selon l'invention, schématisé selon une vue en coupe transversale, comportant un premier type de système de refroidissement.
- La figure 3 illustre un premier ensemble de détection selon
10 l'invention, schématisé selon une vue latérale, comportant un deuxième type de système de refroidissement.
- La figure 4 illustre un premier ensemble de détection selon l'invention, schématisé selon une vue latérale, comportant une variante du deuxième type de système de refroidissement.
- 15 - La figure 5 illustre le premier ensemble de détection illustré sur la figure 3, vu en coupe longitudinale.
- La figure 6 illustre le premier ensemble de détection selon l'invention, schématisé selon une vue en coupe transversale du doigt vibrant qu'il comporte, le doigt vibrant comportant le deuxième système de
20 refroidissement.
- La figure 7 illustre le premier ensemble de détection selon l'invention, schématisé selon une vue en coupe transversale du doigt vibrant qu'il comporte, le doigt vibrant comportant une variante du deuxième système de refroidissement.
- 25 - La figure 8 illustre un deuxième ensemble de détection de givre selon l'invention, vu en perspective, qui comprend une membrane vibrante.
- La figure 9 représente un détail du deuxième ensemble de détection représenté sur la figure 8, vu en coupe, au niveau de la membrane, dans une première configuration.

- La figure 10 représente un détail de l'ensemble de détection représenté sur la figure 8, vu en coupe, au niveau de la membrane, dans une deuxième configuration.

- La figure 11 comporte trois graphes représentatifs du fonctionnement d'une membrane vibrante lors d'une accréation de givre donnant l'évolution dans le temps de la fréquence de vibration, du réchauffage et du signal de détection.

- Les figures 12 à 17 représentent différentes configurations d'ensembles de détection comportant une membrane vibrante selon l'invention, vues en perspective.

- La figure 18 représente un détecteur de givre à membrane vibrante, vu en coupe transversale comportant un système Peltier.

- La figure 19 représente le détecteur de givre à membrane vibrante représenté sur la figure 18, vu côté membrane.

En référence à la figure 1, un ensemble de détection de givre 100 selon l'invention comprend :

- un mât 120 ;
- un doigt 110 de forme allongée s'étendant dans l'air environnant à partir du mât auquel il est solidaire de manière généralement transversale par rapport au flux d'air ;
- un système de refroidissement d'au moins une partie de l'ensemble de détection (non représenté sur la figure 1).

Le mât 120 peut être de la forme d'un profil d'aile symétrique ou d'une ellipse.

Une bride de fixation 140 est habituellement prévue pour maintenir l'ensemble de détection 100 et se fixer sur une surface de fixation extérieure à l'aéronef.

Un boîtier (non représenté) est fixé à la bride 140, s'étendant à l'intérieur de l'aéronef à travers la surface de fixation, pour contenir et protéger les liaisons et circuits électriques nécessaires au fonctionnement

de l'ensemble de détection 100. Ce boîtier comprend en particulier les différents matériels électriques, cartes et composants électroniques utilisés pour fournir et contrôler l'excitation fréquentielle du ou des détecteur(s) de l'ensemble de détection 100, pour éventuellement réaliser des mesures, pour alimenter en énergie, pour blinder électromagnétiquement, pour connecter...

Un tel ensemble de détection de givre 100 signale la présence de givre dans le flux d'air d'immersion.

Tel que déjà expliqué, le principe de détection repose sur un oscillateur mécanique utilisé sous la forme du doigt 110.

La fréquence de résonance du doigt 110, créée par une excitation électrique, est choisie pour rester insensible à la vitesse de l'écoulement d'air, aux particules (sable, poussières,...), à la pluie et aux contaminants (hydrocarbures,...). Cette fréquence d'oscillation est choisie pour être au-dessus d'environ 20kHz, de sorte à rester insensible au spectre de vibration de l'aéronef tout en possédant une énergie suffisante permettant de signaler la présence de givre à sa surface.

La fréquence d'oscillation du doigt 110 dépend de la masse de givre accumulée sur la surface du doigt 110 selon la relation :

$$f = 2\pi \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (1)$$

la masse de givre dépendant du coefficient de captation de l'élément sensible et du LWC local (de l'anglais « Liquid Water Content ») de l'écoulement d'air, lui-même fonction notamment de la vitesse des gouttes d'eau et de la géométrie de l'aéronef.

C'est la décroissance de la fréquence d'oscillation du doigt 110 qui, si elle décroît en deçà d'un seuil critique déterminé, déclenchera donc un signal de détection de givre.

Le doigt 110 doit s'étendre suffisamment dans l'air environnant pour améliorer l'efficacité de la captation de givre et réaliser la mesure dans une

zone moins soumise aux perturbations aérodynamiques liées à la présence de l'aéronef..

Il doit tout d'abord avoir une longueur suffisante.

Typiquement l'élément sensible 110 exposé à l'écoulement mesure
5 entre environ 45 et environ 65 millimètres.

Son extension à partir du mât 120 se fera donc de façon sensiblement perpendiculaire.

Cependant, dans un cas de figure particulier et quelquefois préféré, le doigt 110 s'étend dans une direction fonction de la direction de
10 l'écoulement d'air, selon un angle déterminé.

Cet angle peut se situer par exemple entre 0° et environ 40° par rapport à l'aval de l'écoulement d'air.

Cette inclinaison du doigt 110 a pour but principal de créer une zone de sous et de sur-pression au niveau de la surface du doigt 110, afin
15 d'y :

- diminuer la température de paroi du doigt et donc améliorer la détection de givre autour de la température de givrage, et
- faciliter l'élimination de givre durant un dégivrage (dans le cas où l'ensemble de détection 100 est muni d'un système de
20 dégivrage) en autorisant un glissement du givre sur la surface du doigt 110.

D'autre part, ce doigt 110 peut être de forme parallélépipédique ou d'une forme à section évoluant d'une grande section au niveau du mât à une petite section au niveau de son extrémité.

25 Une forme à section évolutive, telle un cône ou une superposition de cylindres ayant des bases de plus en plus petites, peut être préférée à la forme parallélépipédique afin d'homogénéiser la détection de givre sur toute la surface du doigt 110, tel que préconisé dans le document EP 03290582.0 (référence de dépôt).

30 En effet, les modifications des caractéristiques de l'air environnant l'aéronef (dues à une modification du champ aérodynamique autour de



l'aéronef causé par son déplacement rapide dans l'air) discutées plus haut jouent, en outre de la température, sur le profil de concentration de gouttelettes d'eau en fonction de la distance à la paroi de l'aéronef qui est différent selon la taille des gouttes d'eau. Suivant la localisation, on pourra
5 trouver par exemple davantage de grosses gouttelettes d'eau (d'un diamètre par exemple de l'ordre de 50 μm) à proximité de la surface de l'aéronef que de petites gouttelettes d'eau (d'un diamètre par exemple de l'ordre de 20 μm), cette tendance s'inversant au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la surface. Les distances sur lesquelles cette inhomogénéité en
10 taille de gouttelettes d'eau apparaît peuvent aller jusqu'à plusieurs centimètres.

Ainsi, le document EP 03290582.0 (référence de dépôt) recommande d'utiliser un doigt 110 conique pour optimiser une détection homogène de gouttelettes d'eau, palliant les inhomogénéités de
15 concentrations et de tailles des gouttelettes d'eau présentes dans les différents écoulements d'air en périphérie de l'aéronef.

Le doigt 110 est avantageusement excité mécaniquement par une céramique piézoélectrique commandée en tension, sur une plage fréquentielle contenant sa fréquence de résonance mécanique sensible à
20 un dépôt de givre.

Une seconde céramique piézoélectrique génère une tension fonction de la fréquence de résonance du doigt 110, cette information électrique constituant l'information de détection.

Dans un mode de réalisation, la fréquence de résonance exploitée
25 peut être située entre 20 et 30 kHz.

Pour le doigt 110, le dépôt de givre correspond à une baisse de sa fréquence propre. En effet, le dépôt de givre provoque une augmentation de la masse du doigt.

Afin d'améliorer la capacité de détection de givre de l'ensemble de
30 détection 100 pour des OAT proches de la température de givrage (autour

de 0°C), l'ensemble de détection 100 inclut un système de refroidissement d'au moins une de ses parties.

Premier ensemble de détection de givre 100 selon l'invention

5

Dans une première configuration selon l'invention, le système de refroidissement de l'ensemble de détection 100 est situé sous la surface extérieure du doigt 110. Ainsi, sa température T_{doigt} est inférieure à celle de l'air T_{air} s'écoulant autour de l'ensemble de détection 100 ce qui permet, en
10 présence de gouttelettes d'eau, de provoquer l'accrétion de givre à la surface du doigt 110 au moment où le givre apparaît sur les parties les plus sensibles de l'aéronef.

La détection de givre est alors accélérée par ce moyen de refroidissement.

15 Le système de refroidissement du doigt 110 peut être de différentes natures.

De façon non limitative, il peut s'appuyer :

- (1) sur le concept de l'effet Peltier ;
- (2) sur le concept d'un fluide refroidissant circulant dans la paroi du
20 doigt 110 ;
- (3) sur le principe d'une pompe à chaleur utilisant un gaz comprimé et détendu circulant dans la paroi du doigt.

Concernant le point (2), et en référence aux figures 3 à 7, la circulation du fluide refroidissant peut être réalisée dans un ensemble de
25 circulation de fluide, interne au doigt 110, comprenant au moins une ouverture d'entrée d'air 117 de l'extérieur, au moins une ouverture de sortie d'air 118 vers l'extérieur, et au moins un canal de circulation d'air 116 reliant les ou l'ouverture(s) d'entrée d'air 117 et les ou l'ouverture(s) de sortie d'air 119.

30 L'écoulement d'air qui est orienté selon la direction 300, atteint le doigt 110 (au niveau de sa paroi 112, encore appelée « bord d'attaque »,



qui est soumise la première à une accréation potentielle de givre et contourne ce dernier. Du fait de la différence de pression entre l'entrée 117 et la sortie 119 du canal interne, une partie vient alors s'engouffrer par les ouvertures d'entrée 117, pour ressortir par les ou l'ouverture(s) de sortie 119 via le canal de circulation d'air 116.

L'air entrant à une température statique locale inférieure à la température du bord d'attaque du doigt, circule dans le doigt 110 et refroidit alors ce dernier.

Ce phénomène peut s'expliquer par la diminution de la capacité du doigt 110 à récupérer la température totale de l'air ($T_{t_{air}}$) environnant (qui est, rappelons-le, plus importante que la température statique de l'air environnant ou OAT).

Ainsi, la température de paroi T_p du doigt 110 (ou d'un corps en général) baigné dans un écoulement d'air, satisfait à la double inégalité suivante :

$$OAT \leq T_p \leq T_{t_{air}}$$

La capacité du doigt 110 à récupérer la température totale de l'air $T_{t_{air}}$ se mesure par son coefficient de récupération β , défini par la formule suivante :

$$T_p = OAT \left(1 + \beta \frac{\gamma - 1}{2} M^2 \right)$$

M le nombre de Mach de l'aéronef,

OAT, température statique du milieu où évolue l'aéronef,

γ vaut 1,4 pour l'air.

Ainsi, lorsque le coefficient β diminue (β étant compris entre 0 et 1), à OAT et à M fixés, la température de paroi T_p du doigt 110 diminue.

La présence des ouvertures 117 et 119 à la surface du doigt 110 diminue son coefficient de récupération β , ce qui provoque une diminution de la température de surface exposée au flux d'air T_p .

La température de surface T_p du doigt 110 se rapproche alors de l'OAT.

T_p peut ainsi être de plusieurs degrés inférieure à $T_{t_{air}}$ selon la vitesse de l'écoulement.

Ces ouvertures d'entrée 117 et de sortie 119 peuvent se situer n'importe où sur la surface du doigt 110 à l'exception de la surface du bord d'attaque de l'air 112 (voir figures 6 et 7), lieu de l'accrétion de givre.

Les ouvertures d'entrée 117 du doigt 110 représentées sur les figures 3 à 5 sont à la moitié de la corde dans la direction de l'écoulement d'air 300.

En fonction du profil du doigt 110, la position de ces ouvertures d'entrée 117 sur le profil du doigt 110 peut en particulier être choisie afin de diminuer au maximum le coefficient de récupération β et afin d'éviter l'entrée des gouttelettes d'eau à l'intérieur du doigt 110.

Les ouvertures d'entrée d'air 117 peuvent être appairées à la surface du doigt 110 à la même hauteur ou à des hauteurs décalées selon le côté du doigt 110. Elles peuvent en particulier se situer longitudinalement à l'axe principal du doigt 110. Elles peuvent être symétriques par rapport à ce même axe, afin notamment d'égaliser le flux d'air dans le doigt 110.

En référence à la figure 3, le doigt 110 présente plusieurs petites ouvertures d'entrée d'air 117 de formes sensiblement circulaires.

En référence à la figure 4, le doigt 110 présente une ouverture d'entrée d'air 117 sur une face latérale, large, et de la forme d'une rainure.

Les ou l'ouverture(s) d'entrée d'air 117 ou de sortie d'air 119 peuvent cependant être de toutes autres formes (carrées, triangulaires, rectangulaires, elliptiques, etc...) et de toutes autres tailles.

Les ou l'ouverture(s) de sortie d'air 119 peu(ven)t être située(s) à l'extrémité du doigt 110, comme il est montré dans les figures 3 à 5.

Les dimensions des ouvertures 117 et 119 sont choisies de sorte à obtenir un débit suffisant à l'intérieur du doigt 110. L'écoulement ne se fait dans le doigt 110 que de la partie inférieure (côté mât 120) vers la partie supérieure (extrémité 119 du doigt 110) grâce à un effet de dépression au



sommet du doigt 110, dû principalement à l'écoulement à vitesse élevée à ce niveau.

Le canal de circulation d'air 116 peut revêtir toute forme possible qui permette de relier les ou l'ouverture(s) d'entrée 117 à les ou
5 l'ouverture(s) de sortie 119.

Il peut par exemple être de forme cylindrique, conique tronqué s'étendant longitudinalement à l'axe du doigt 110, comme représenté sur la figure 5.

Il peut aussi représenter un espace compris entre les parois
10 externes 114 du doigt 110 et un second volume 111 interne au doigt 110 s'étendant autour de l'axe du doigt 110.

Ce second volume 111, tel que par exemple celui représenté sur les figures 5, 6 et 7, de forme cylindrique ou conique tronquée peut par exemple s'étendre le long de l'axe du doigt 110.

15 Dans une configuration optionnelle mais avantageuse de l'invention, ce volume plein 111 comprend un système de dégivrage.

Il est alors souhaitable que ce système de réchauffage 111 ne soit pas en contact avec la surface interne 114 du doigt 110 pour permettre un écoulement d'air dans le doigt à travers ledit canal 116.

20 De manière plus générale, le doigt 110 peut comprendre un système de réchauffage, de préférence blindé grâce à un tube en acier par exemple, afin d'éliminer par effet Joule l'accrétion de givre.

Il peut être enclenché dès que le seuil de détection de givre est franchi par la fréquence du doigt 110.

25 Dans une configuration particulière, et en référence à la figure 7, le doigt 110 a la surface interne de son bord d'attaque 112 qui présente un profil dentelé 113.

Ainsi, on obtient une température de surface T_p du doigt 110 encore plus faible que sa température d'équilibre.

30 En effet, le profil dentelé 113 de la surface interne du bord d'attaque 112 augmente la surface d'échange thermique entre l'air et le doigt 110, la

température de la paroi exposée à l'écoulement d'air externe 300 est donc diminuée grâce au transfert thermique à travers la paroi 112, créé par le flux interne et les dents 113 de la paroi.

La dimension et la forme des dents 113 sont adaptées pour obtenir
5 un compromis optimisé entre la surface d'échange et la dimension du canal 116 dans le doigt 110.

Optionnellement, le canal 116 est rétréci en section (par exemple en plaçant une paroi 118 fermant l'accès à une partie du canal 116 initial au flux d'air), permettant ainsi de forcer la ventilation de la paroi interne de la
10 partie exposée au flux et d'augmenter la vitesse de l'air. Ainsi, le coefficient d'échange thermique de la paroi avec l'air peut être augmenté.

Selon le concept choisi pour le refroidissement du doigt 110, celui-ci peut être réversible afin de dégivrer le doigt 110 lorsque le seuil de détection est atteint. Il réchauffe donc au-dessus de 0°C la paroi du doigt et
15 élimine le givre pour permettre à la fréquence du doigt 110 d'atteindre sa valeur en fonctionnement nominal, c'est-à-dire sans accrétion de givre.

On peut réaliser notamment cela si on utilise un dispositif à effet Peltier pour refroidir, le réchauffage étant réalisé en inversant le sens du courant continu alimentant le système.

20 Dans un autre cas, un système de réchauffage peut être distinct du système de refroidissement.

On pourra par exemple voir sur la figure 5 que le système de refroidissement constitué des ouvertures d'aération 117 et du canal 116 est distinct d'un système de chauffage central 111.

25 Un système de refroidissement du doigt réglable (effet Peltier par exemple) 110 peut présenter plusieurs avantages, dans le cadre de la détection de givre.

♦ Grâce à un asservissement utilisant la température du doigt 110 et la température représentative de la température totale de l'écoulement (grâce à la température du mât 120), on peut refroidir le doigt
30 110 en dessous de la température de la paroi du mât 120, en conservant



toujours le même écart de température, par exemple le doigt 110 étant 4°C plus froid que le mât 120.

Les températures du mât 120 et du doigt 110 peuvent en particulier être mesurées, à l'erreur de récupération près, par des sondes de température
5 disposées sur ou dans la paroi de chacun de ces deux éléments.

♦ Il peut régler la température du bord d'attaque du doigt à la température statique de l'air environnant ou OAT, celle-ci étant obtenue par l'intermédiaire d'un calculateur utilisant les informations de Mach et de température totale de l'écoulement.

10 ♦ Le système de refroidissement peut stabiliser la température du doigt à une température constante légèrement en dessous de 0°C, ou même fixée à 0°C. Un tel système permettrait d'apporter une solution au besoin de détection du "Ludlam effect", le « Ludlam effect étant un phénomène qui intervient lorsque l'aéronef évolue dans un milieu dont
15 l'OAT est proche de 0°C : certaines parties de l'aéronef, du fait de la perturbation du champ aérodynamique, ont alors des températures de surface pouvant être inférieures à la température critique de givrage . Dès lors une accréation de givre peut alors avoir lieu sur ces parties.

Ces diverses fonctions ont toutes pour objectif l'amélioration de la
20 capacité de détection de givre pour des OAT proches de la température de givrage (autour de 0°C).

Ces fonctions de refroidissement peuvent être pilotées par la partie électronique située dans ledit boîtier de l'ensemble de détection de givre
100.

25

Deuxième ensemble de détection de givre 100 selon l'invention

En référence à la figure 8, l'ensemble de détection 100 comprend en outre un dispositif à membrane vibrante 130 apte à mettre en vibration mécanique une membrane à partir d'une excitation électrique.

Le dispositif à membrane vibrante 130 est préférentiellement de forme circulaire.

Le dispositif à membrane vibrante 130 est affleurant à la paroi du mât 120, tel que représenté sur la figure 9, ou dépasse légèrement de la paroi, tel que représenté sur la figure 10.

Ce dispositif à membrane vibrante 130 s'adapte à la forme de la paroi sur laquelle il est positionné.

Le doigt 110 et la membrane du dispositif à membrane vibrante 130 sont respectivement excités mécaniquement par une céramique piézoélectrique commandée en tension, sur une plage fréquentielle contenant leur fréquence de résonance mécanique sensible à un dépôt de givre.

Une seconde céramique piézoélectrique génère une tension fonction de la fréquence de résonance du doigt 110 (information exploitée lors de la détection).

Pour le doigt 110, la fréquence de résonance exploitée est avantageusement située entre environ 20 et environ 30 kHz.

Pour la membrane du dispositif à membrane 130, il se situe avantageusement entre environ 1 kHz et environ 50 kHz.

Pour le doigt 110, comme déjà expliqué, le dépôt de givre correspond à une baisse de sa fréquence propre, la fréquence propre étant choisie pour être insensible à des poussières, à l'eau, à l'huile, etc...

Pour la membrane, le dépôt de givre provoque une hausse de la fréquence de résonance car la raideur k de la membrane est augmentée par ce dépôt de manière plus importante que sa masse m (ladite formule (1) étant également exploitable pour la membrane).

A l'inverse du doigt 110, le dépôt d'une autre matière comme l'eau, la poussière ou l'huile provoque la chute de la fréquence de vibration de la membrane car la masse m est augmentée. Il est alors possible de distinguer le dépôt de givre ou d'autres matières sur la membrane.



Un dégivrage des éléments sensibles et du mât 120 est avantageusement déclenché lors d'une détection de givre, au moment où le signal "Givre" est enclenché.

Dans le mât, ce dégivrage peut être réalisé au moyen de cartouches chauffantes insérées dans la paroi du mât 120 qui, du même coup, assurent par conduction le dégivrage de la membrane oscillante.

Une fois le givre évacué, le dégivrage est stoppé et au bout d'un temps déterminé, une nouvelle détection peut commencer.

Pour illustration et en référence à la figure 11, dans laquelle le premier graphe représente l'évolution dans le temps de la fréquence d'oscillation de la membrane entre deux dégivrages successifs, on voit qu'après un dégivrage, le givre s'accumule progressivement jusqu'à dépasser un seuil de détection au temps t_0 (correspondant au temps que met le système de dégivrage pour se refroidir, et au givre de se reformer).

En référence au troisième graphe de la figure 11, le dégivrage de la membrane 130 est alors mis en marche pour s'arrêter lorsque la quantité de givre est telle que la fréquence de la membrane 130 redescend en deçà du seuil de détection (au temps t_1). Avantageusement, le dégivrage s'arrête plus tard que t_1 , à un temps un temps $t_1 + \Delta t$ (Δt étant ici égal à 2 secondes), la justification de ce Δt étant de sécuriser le système en s'assurant que le doigt 110 est bien dégivré.

En référence au deuxième graphe de la figure 11, au temps t_0 , un signal « givre détecté » est émis (son signal caractéristique étant envoyé vers la cabine de pilotage de l'aéronef pour avertir l'équipage et/ou vers des moyens de gestion). La durée du signal de détection de givre est constante. Dans le cas présenté ici, elle vaut 60 secondes, à partir du dépassement du seuil de fréquence. L'emplacement du dispositif à membrane 130 peut être multiple.

En référence à la figure 12, le dispositif de membrane 130 peut ainsi se situer sur le bord d'attaque du mât 120 par l'écoulement d'air, c'est à dire en face de l'arrivée d'air (sa position pouvant être déplacée le long de

la double flèche noire). La membrane est ainsi directement exposée au flux d'air et aux particules de givre. Cette position permet alors d'avoir un coefficient de captation maximum et donc un temps de détection amélioré.

En référence à la figure 13, le dispositif à membrane 130 peut aussi
5 être positionné sur un des flancs du mât 120, c'est à dire sur une surface adjacente à la surface faisant face à l'écoulement d'air. Cette position permet d'abaisser la température de la membrane sous la température totale de l'écoulement grâce au phénomène de récupération. C'est en effet dans cette position que, pour un profil type NACA, on obtient, du fait de la
10 récupération, la température de paroi la plus faible du profil. Ainsi, pour une OAT proche de 0°C, la membrane placée sur le flanc du mât 120 permet la détection de givre, en accumulant du givre issu du ruissellement de l'eau sur le profil, avant l'accrétion sur un doigt vibrant 110 non refroidi.

La capacité de détection de la membrane est donc améliorée autour
15 de 0°C par rapport à celle du doigt vibrant 110 non refroidi.

En référence aux figures 14 et 15, la surface du mât 120 directement exposée au vent peut être biseautée pour recevoir le dispositif à membrane 130 sur une surface pour laquelle on aura déterminé le type de
conditions givrantes selon l'angle choisi du biseau par rapport à la surface
20 d'attaque de l'air.

En variante, en référence à la figure 16, cette surface biseautée est en outre concave, formant une gouttière.

Les membranes situées sur ces surfaces biseautées, planes ou concaves, sont alors sensibles au dépôt de grosses gouttelettes de givre
25 (MVD>100 µm), celles-ci ayant trop d'inertie pour être déviées et remonter vers le doigt 110. Ainsi, en présence de grosses gouttelettes, la membrane détectera le givre plus rapidement que le doigt 110.

En référence à la figure 17, le dispositif à membrane 130 est situé sur le mât 120 au pied du doigt 110.

30 En référence aux figures 18 et 19, est représenté un exemple de dispositif à membrane 130 pouvant être utilisé dans le cadre de l'invention.



Celui-ci, similaire au dispositif 130 enseigné par le document US 4 570 881, comprend une membrane flexible 132 sur la surface interne de laquelle est fixée une cellule piézoélectrique 131. L'application d'une tension alternative à la cellule piézoélectrique 131 (au moyen d'un câble conducteur 136b, le retour se faisant via le câble 136a) met cette dernière en vibration, vibration alors transmise à la membrane 132. La membrane 132 est montée en suspension sur un plateau métallique 133 s'étendant sur un anneau isolant 134. La face interne de l'anneau isolant 134 est fermée par un radiateur 136. Des éléments Peltier 135, thermiquement connectés au radiateur 136 et au plateau métallique 133, sont disposés à l'intérieur de l'anneau isolant 134. La membrane 132 est elle aussi couplée thermiquement au plateau métallique 133. Les éléments Peltier 135 sont connectés à une source de courant continu (via les câbles 137a et 137b).

Le système de type Peltier 135, installé sous la membrane 132, permet ainsi de refroidir ou de réchauffer la membrane 132, au-dessous ou au-dessus de la température de l'air ambiant ou d'une température de référence, en inversant le sens du courant d'alimentation.

Cet ensemble de détection 100 peut inclure une sonde de température placée juste à côté du dispositif à membrane 130, mesurant une température représentative de la température de la membrane, et une sonde de température placée sur la paroi du mât 120 qui mesure une température représentative de la température totale ou statique de l'air ambiant et qui pourra servir de référence.

Une utilisation possible des deux sondes et du système Peltier est la régulation, grâce à un asservissement du système, de la température de la membrane à une température inférieure à la température de l'air ambiant ou de référence (par exemple inférieure de 2°C).

Une autre utilisation possible est la régulation de la température de la membrane à une température constante, inférieure à 0°C, assurant ainsi potentiellement la détection lors du "Ludlam effect" décrit plus haut.

La mesure de la température de l'air ambiant permet aussi d'introduire des gammes de température pour lesquelles l'utilisation du doigt 110 ou de la membrane 132 est la plus intéressante pour la performance de détection.

5 Ainsi, par exemple, pour des températures totales supérieures à -5°C par exemple, l'utilisation de la membrane 132 refroidie pourrait être plus judicieuse car plus sensible au dépôt de givre à ces températures proches de 0°C . Dans ce cas, l'information "Givre détecté" pourrait provenir de la membrane 132 et non du doigt 110.

10 En revanche, pour des températures totales inférieures à -5°C , l'utilisation du doigt 110 permettrait notamment d'améliorer le temps de réponse pour l'information "Givre détecté", ainsi que la fiabilité des mesures. Le doigt 110 serait alors utilisé pour la détection de givre.

15 A cet effet, un système de contrôle pourrait alors être prévu dans le boîtier pour décider quelles informations provenant de l'un ou l'autre détecteur (i.e. le doigt 110 ou la membrane 132) seront traitées en priorité par des moyens de traitement, selon les données reçues des différents capteurs de températures.

20 On pourrait ainsi tirer avantage de l'un ou l'autre détecteur de givre.

Troisième ensemble de détection de givre 100 selon l'invention

25 Cet ensemble de détection est une hybridation des deux premiers ensembles de détection, c'est à dire qu'il comprend un doigt 110 refroidi décrit dans le premier ensemble de détection de givre et un dispositif à membrane vibrante 130 refroidie décrit dans le second ensemble de détection de givre.

Avantageusement, le doigt 110 et le dispositif à membrane 130 comportent chacun un système de dégivrage tel que déjà défini plus haut.

REVENDICATIONS

1. Ensemble de détection de givre (100) destiné à être monté sur aéronef,
5 comprenant un doigt vibrant (110) et un mât (120), le doigt vibrant (110)
s'étendant dans l'air à partir du mât (120) et étant apte à être mis en
vibration par des moyens de mise en vibration à une fréquence de
résonance sensible à un dépôt de givre sur sa surface, caractérisé en ce
qu'il comprend un système de refroidissement apte à refroidir au moins une
10 partie de l'ensemble de détection (100).
2. Ensemble de détection de givre (100) selon la revendication 1,
caractérisé en ce que le doigt (110) inclut au moins une partie dudit
système de refroidissement.
- 15 3. Ensemble de détection de givre (100) selon la revendication 2,
caractérisé en ce que le doigt (110) comporte au moins deux ouvertures
(17,19) reliées par au moins un canal traversant (16) de sorte à y créer
localement un écoulement d'air permettant d'abaisser la température de la
20 surface du doigt (110), constituant ainsi au moins en partie ledit système de
refroidissement.
4. Ensemble de détection de givre (100) selon l'une des revendications
précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un dispositif à
25 membrane flexible (130) monté sur le mât (120), la membrane vibrante
(132) étant apte à être mise en vibration par des moyens de mise en
vibration (131) à une fréquence de résonance sensible à un dépôt de givre
sur sa surface et étant refroidie par au moins une partie dudit système de
refroidissement.
- 30

5. Ensemble de détection de givre selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le dispositif à membrane (130) est situé sur une surface d'attaque du mât (120), c'est à dire une surface du mât (120) qui fait face au flux d'air.
- 5 6. Ensemble de détection de givre selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la surface d'attaque du mât (120) est biseautée, la surface du biseau ayant un angle déterminé avec la direction du flux d'air.
- 10 7. Ensemble de détection de givre selon la revendication précédente, caractérisé en ce que ladite surface du biseau est concave.
8. Ensemble de détection de givre selon la revendication 4, caractérisé en ce que le dispositif à membrane (130) est situé sur un flanc du mât (120), c'est à dire sur une surface latérale par rapport à une surface du mât (120) faisant face au flux d'air.
- 15 9. Ensemble de détection de givre (100) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le système de refroidissement comprend un système de pompe à chaleur compression/détente.
- 20 10. Ensemble de détection de givre (100) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le système de refroidissement comprend un système à effet Peltier.
- 25 11. Ensemble de détection (100) selon la revendication 2 caractérisé en ce qu'il comprend un capteur de température destiné à mesurer la température du doigt (110).

12. Ensemble de détection (100) selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comprend un capteur de température apte à mesurer une température représentative de la température de la membrane (132).

5 **13.** Ensemble de détection (100) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un capteur de température apte à mesurer une température représentative de la température totale ou statique de l'air environnant, relié à des moyens de contrôle du refroidissement.

10

14. Ensemble de détection selon l'une des revendications 11 à 13, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un capteur de température apte à mesurer une température représentative de la température totale ou statique de l'air environnant, relié à des moyens pour contrôler qui de la
15 membrane (132) ou du doigt (110) fournira les données de détection de givre à des moyens de traitement, selon les données de température fournies par au moins le capteur de température.

15. Ensemble de détection selon la revendication précédente, caractérisé
20 en ce que, pour une température mesurée par au moins le capteur inférieure à environ -5°C , ce sont les données provenant du doigt (110) qui sont fournies aux moyens de traitement, et au-dessus de -5°C , ce sont les données provenant de la membrane (132) qui sont fournies aux moyens de traitement.

25

16. Ensemble de détection de givre selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un système de dégivrage.

30 **17.** Ensemble de détection de givre selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le dégivrage du système de dégivrage et le

refroidissement du système de refroidissement sont mis en œuvre par un même dispositif.

1/9

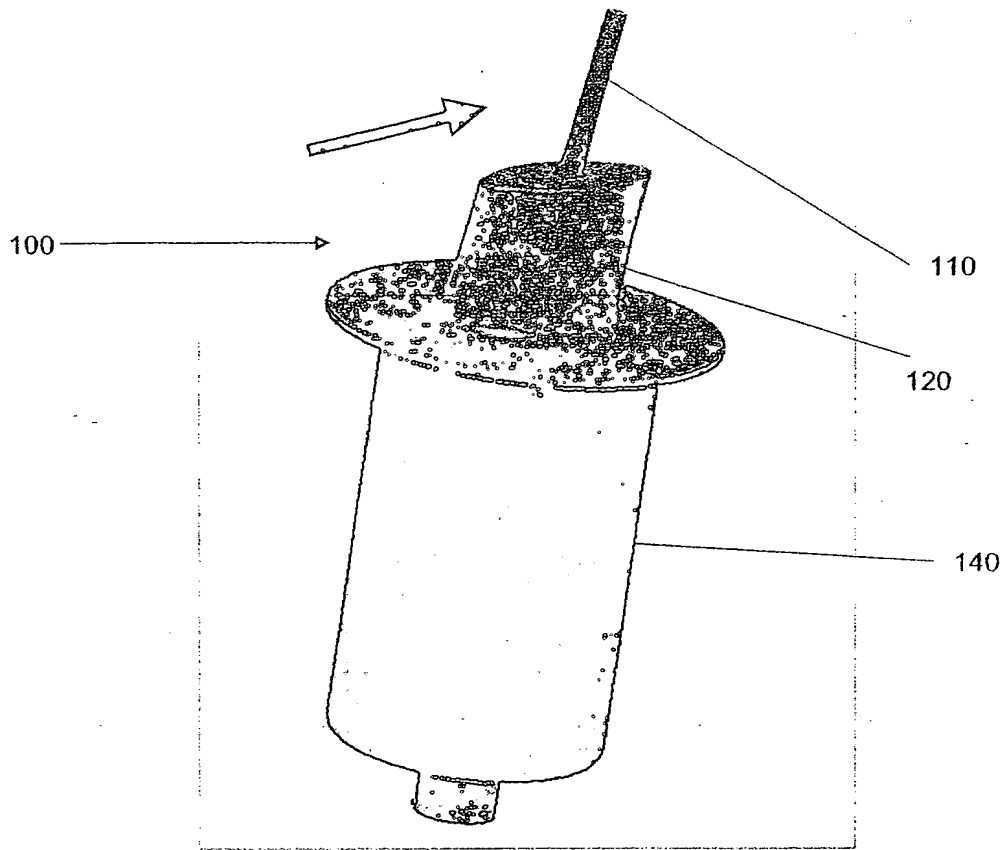


FIG. 1

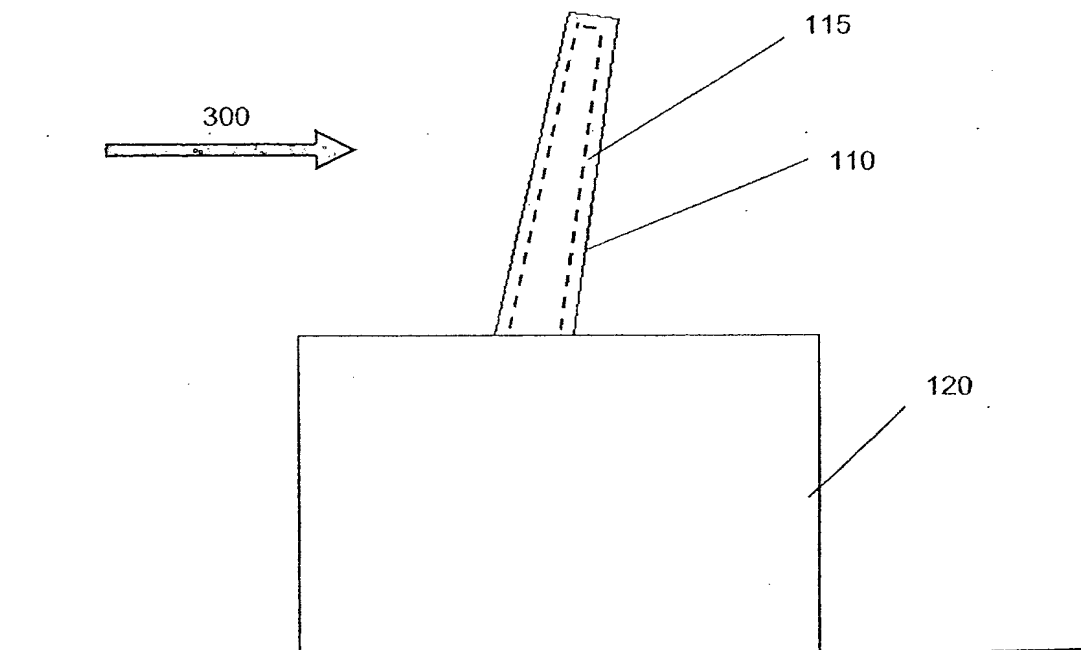


FIG. 2

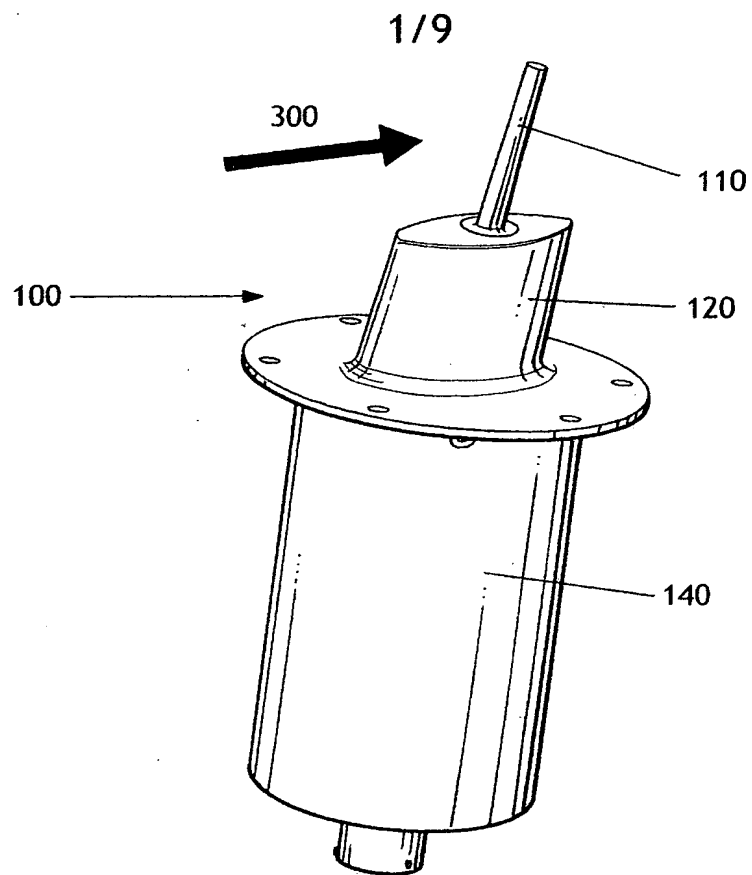


FIG. 1

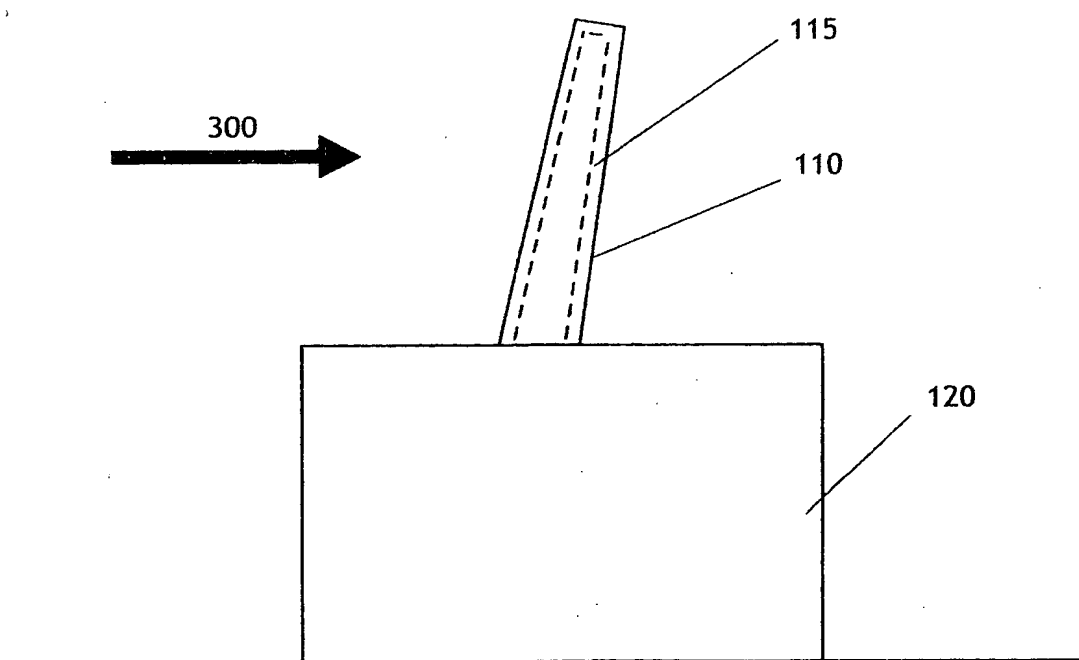


FIG. 2

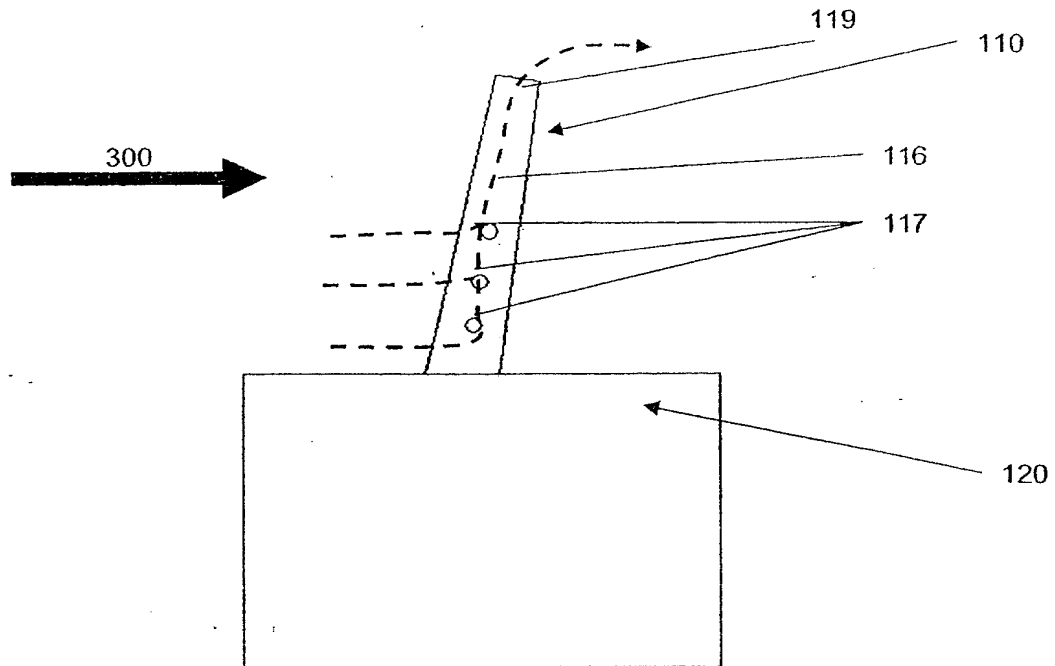


FIG.3

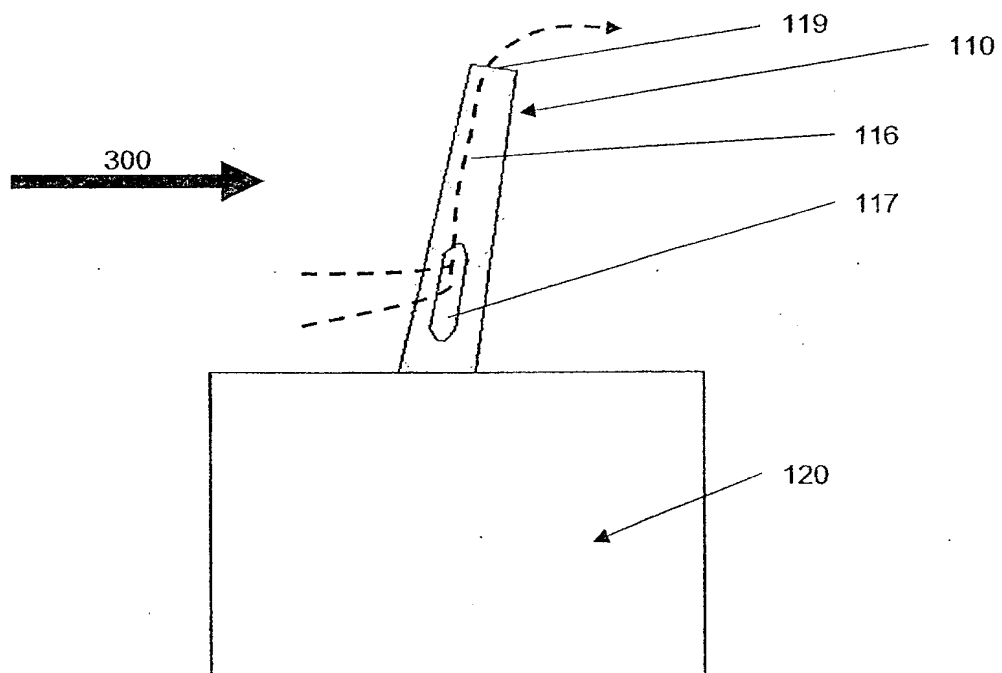
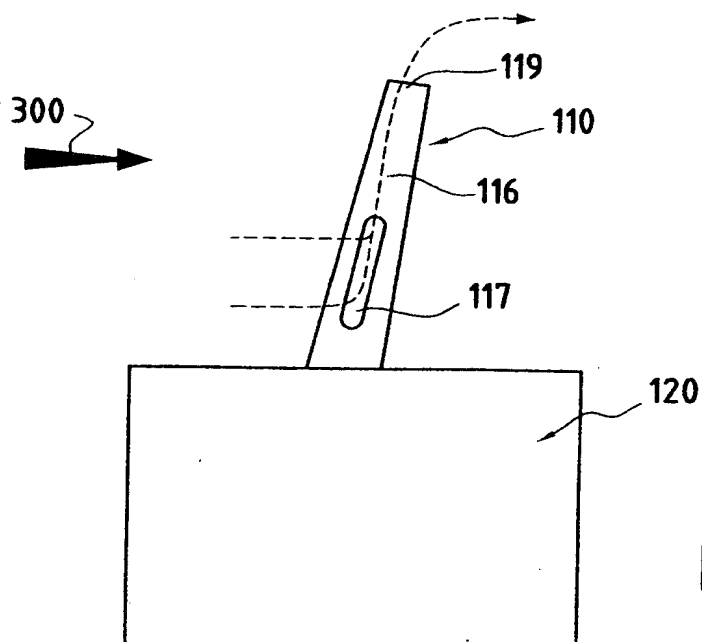
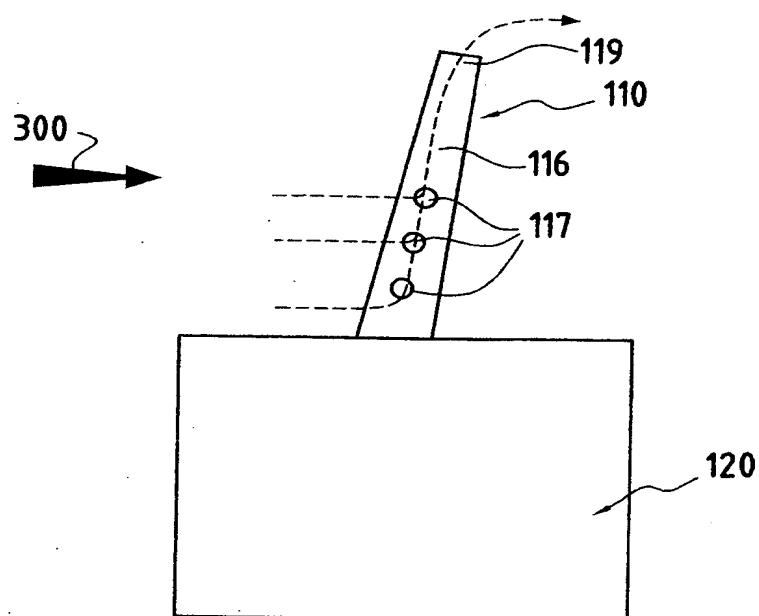


FIG.4

2/9



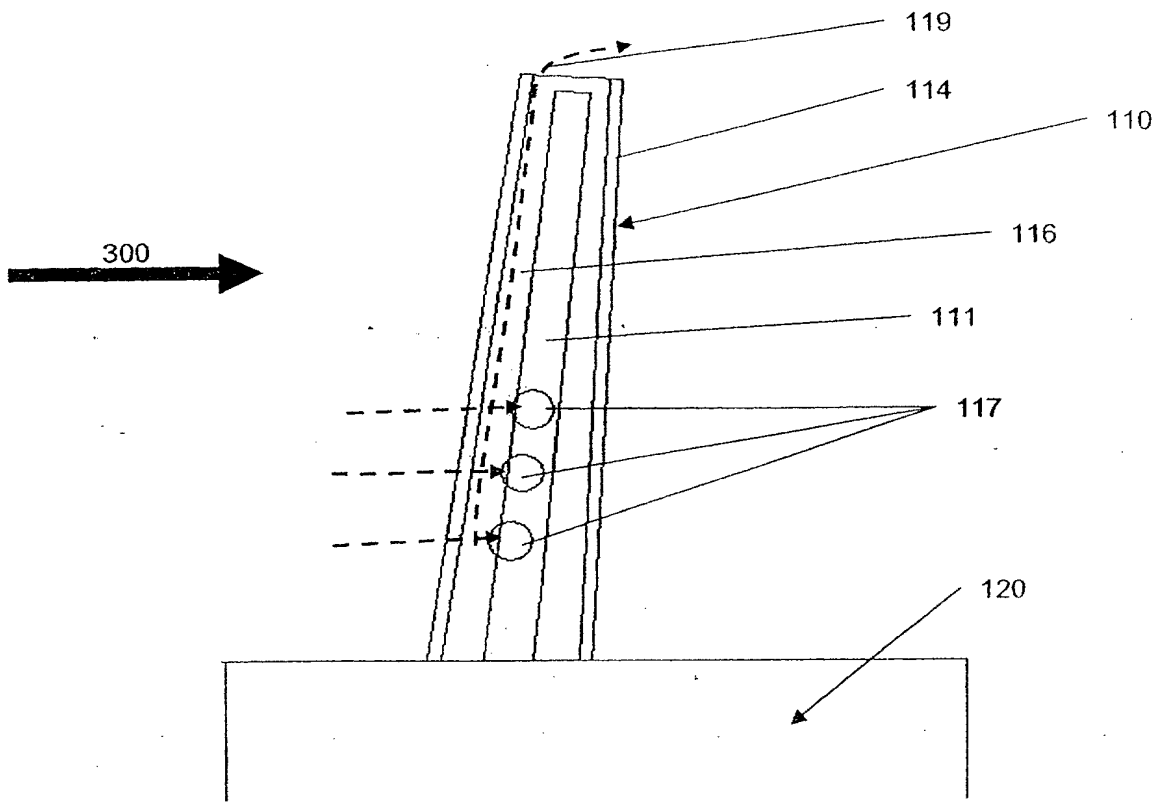


FIG. 5

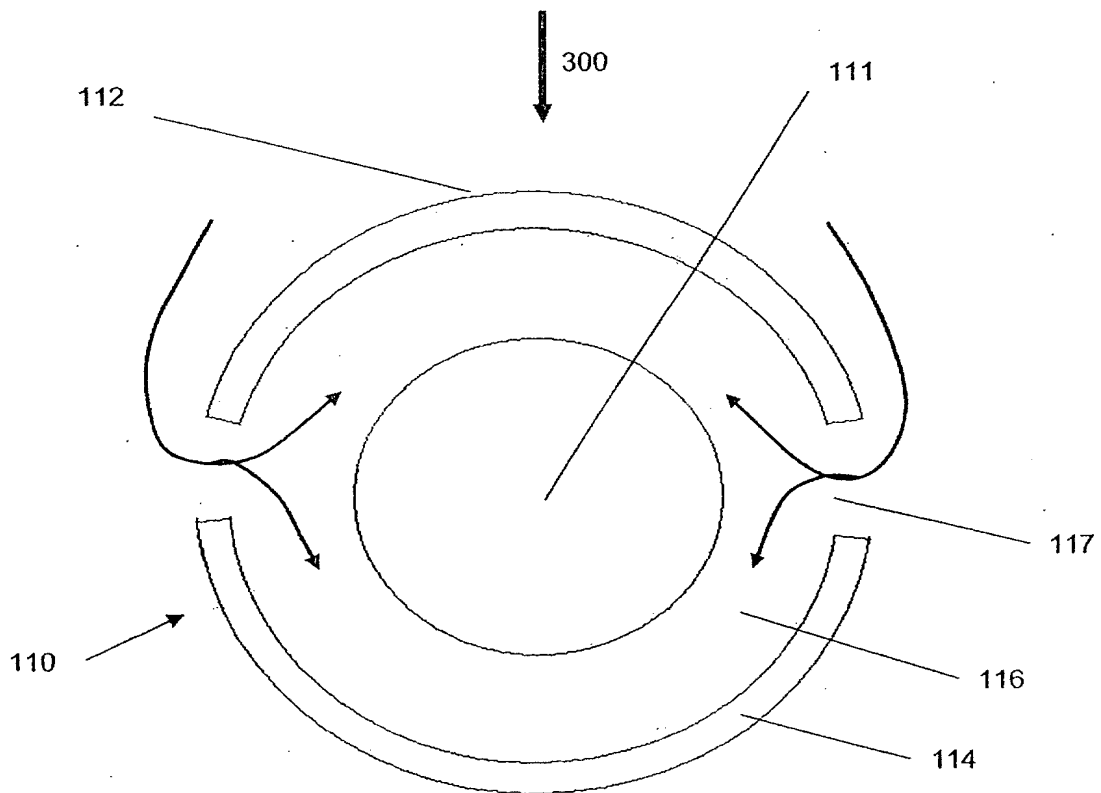
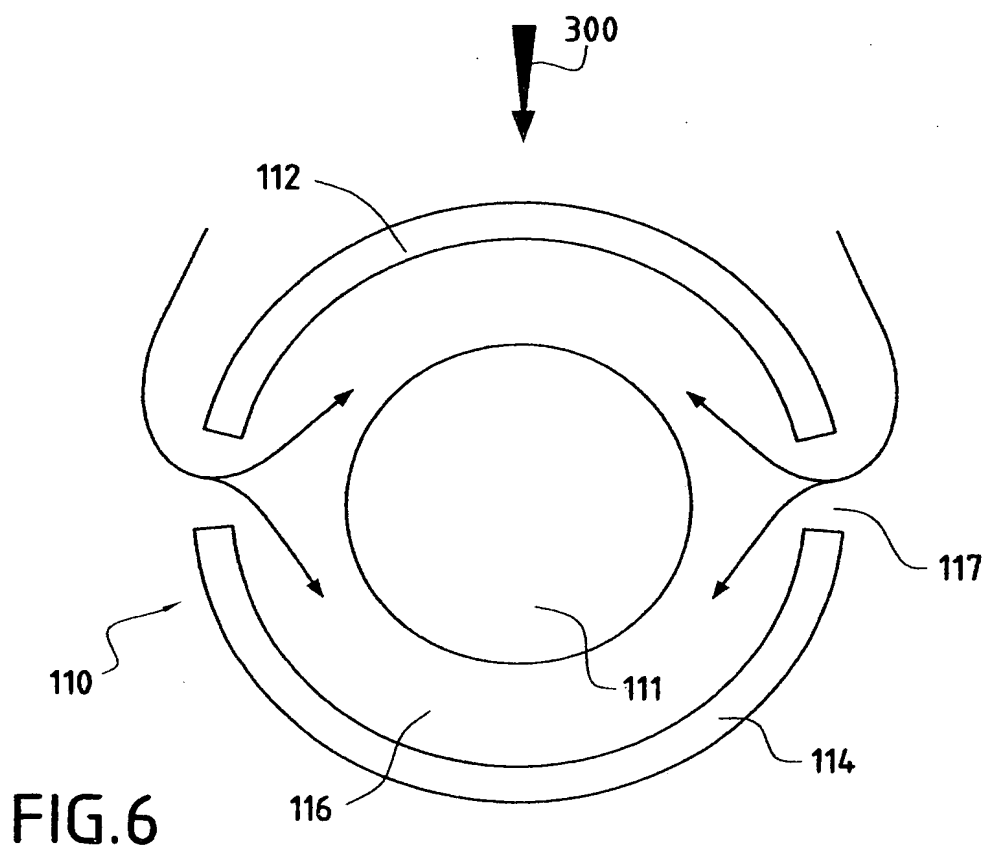
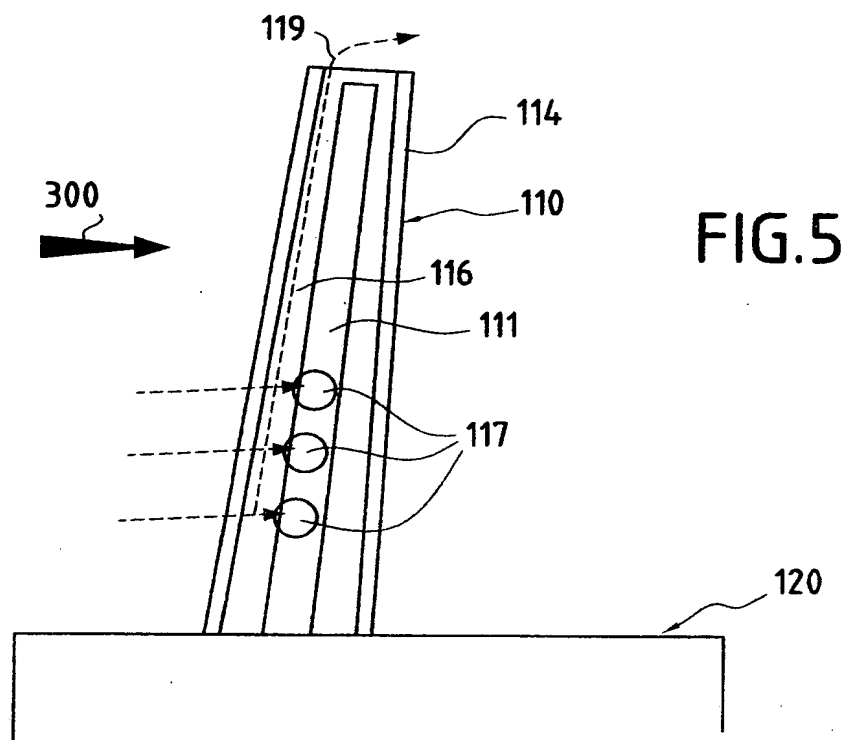


FIG. 6

3/9



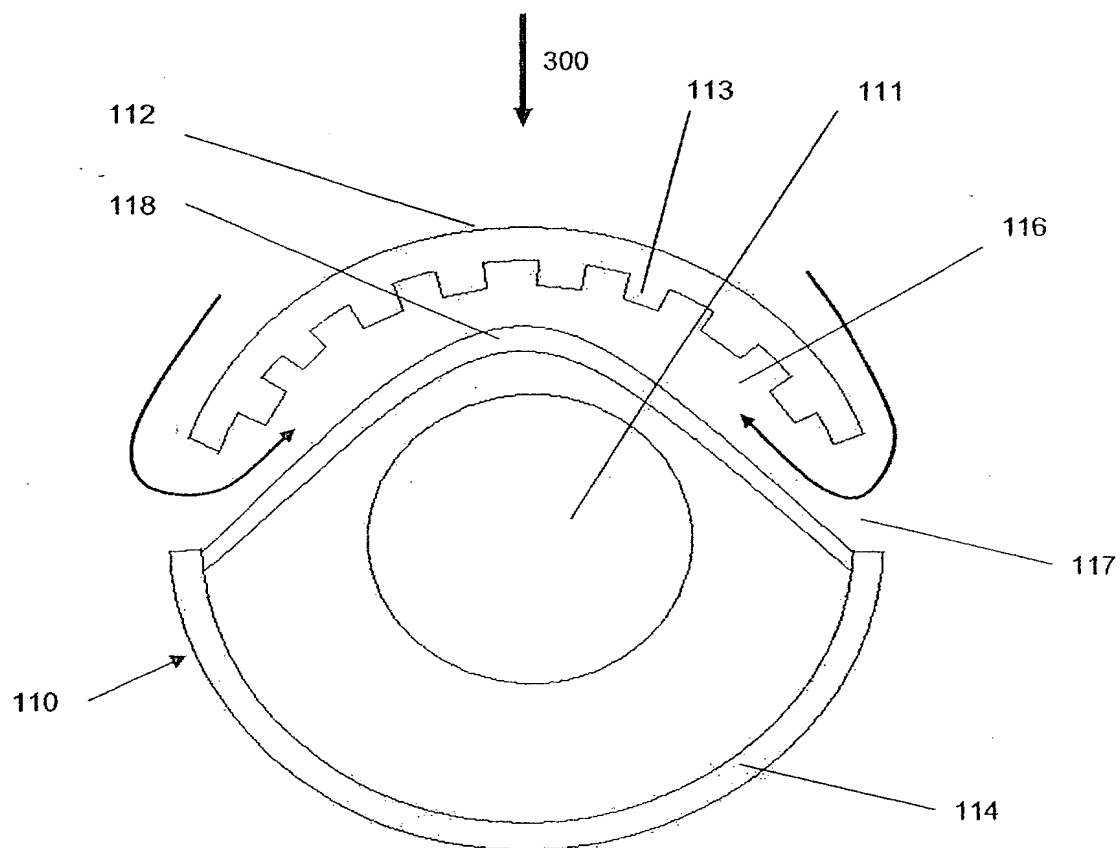


FIG.7

4/9

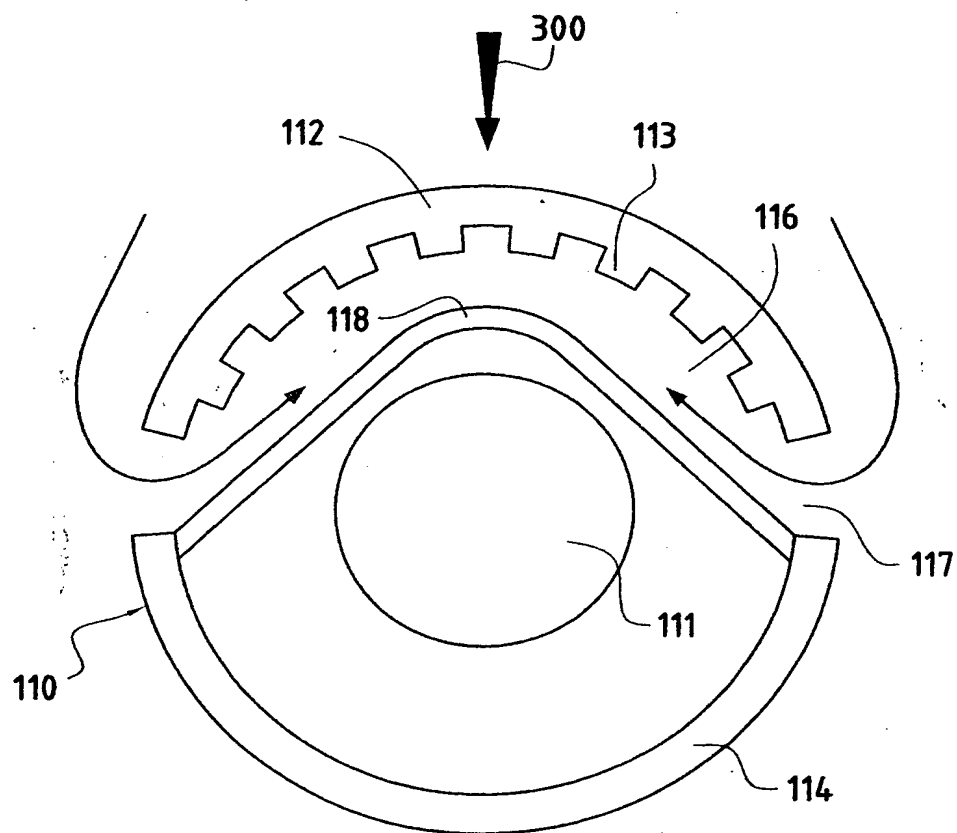
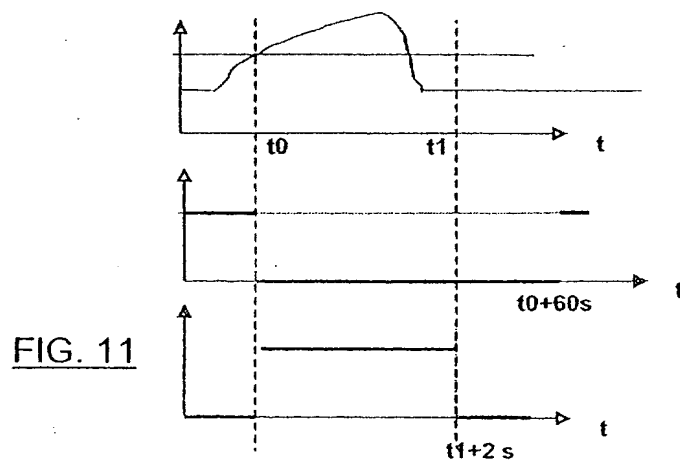
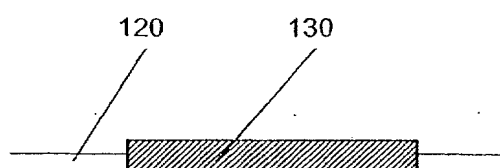
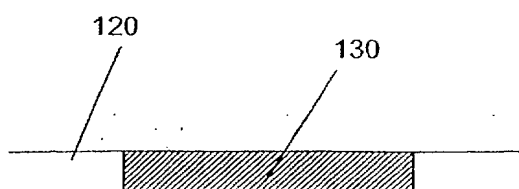
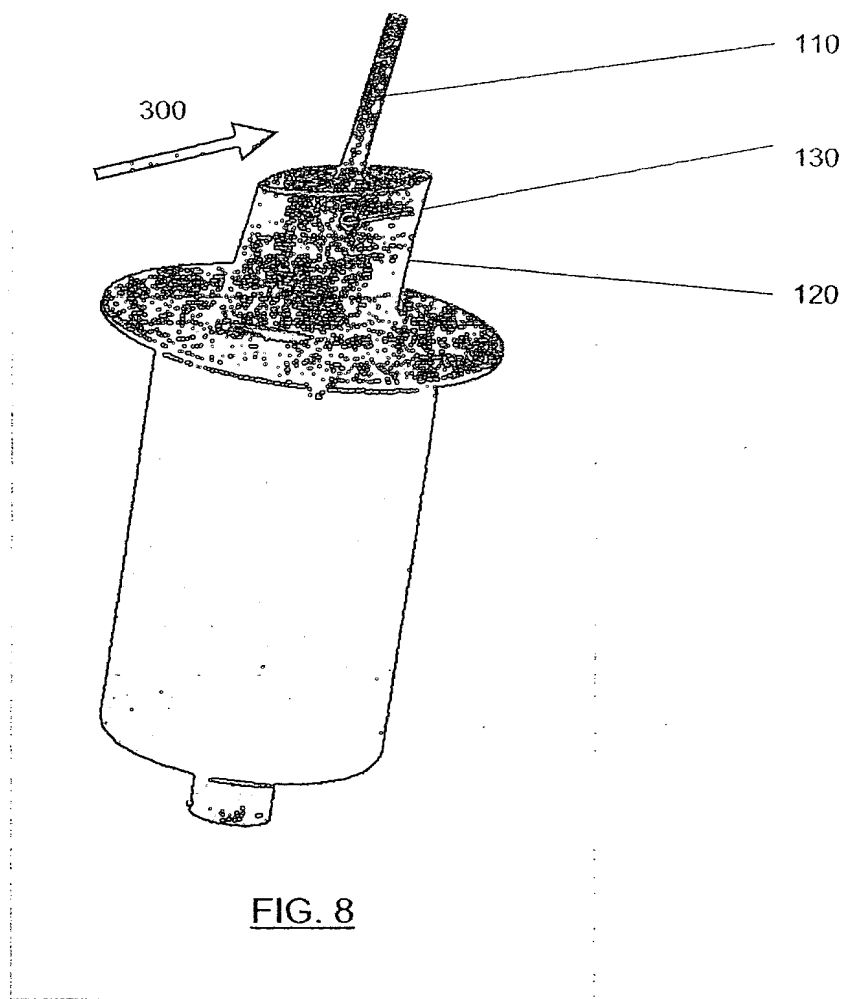


FIG. 7



5/9

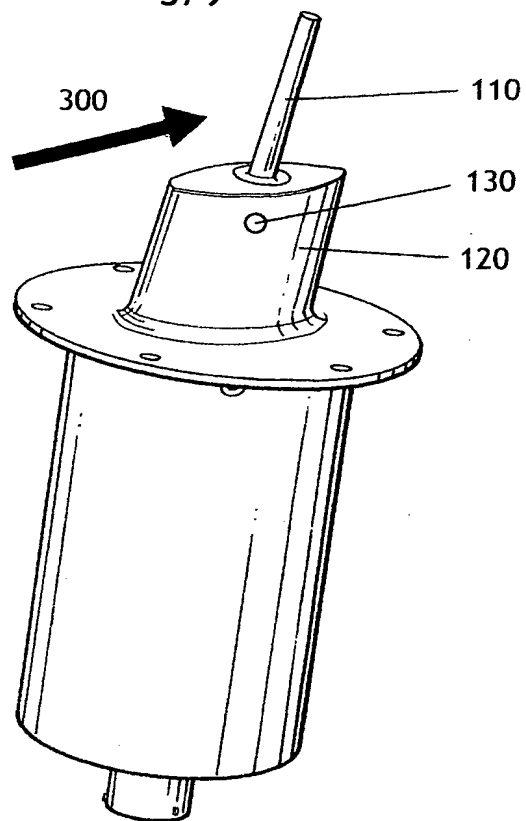


FIG. 8

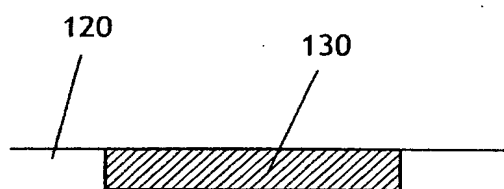


FIG. 9

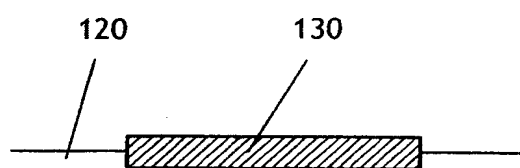
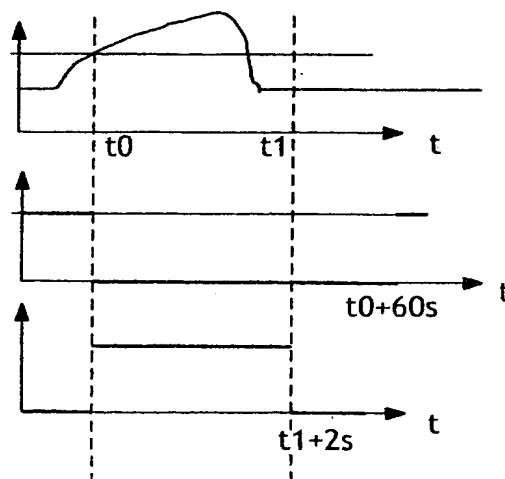


FIG. 10

FIG. 11



6/9

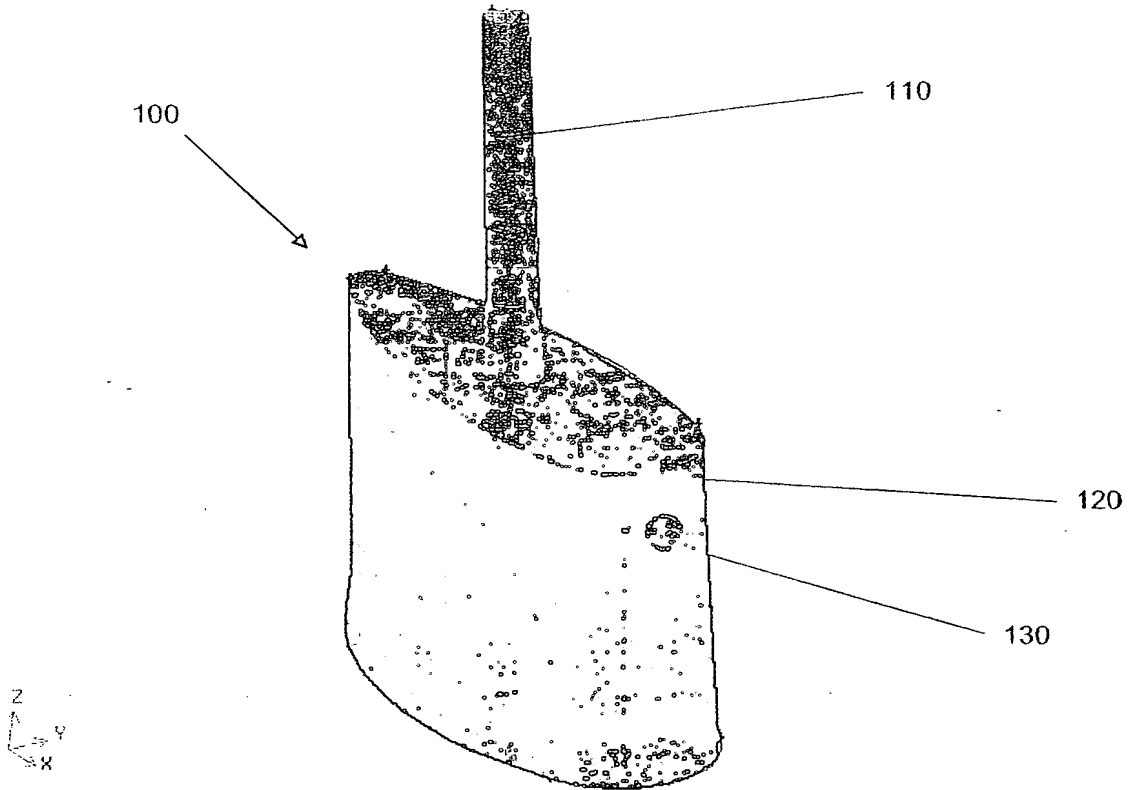


FIG. 12

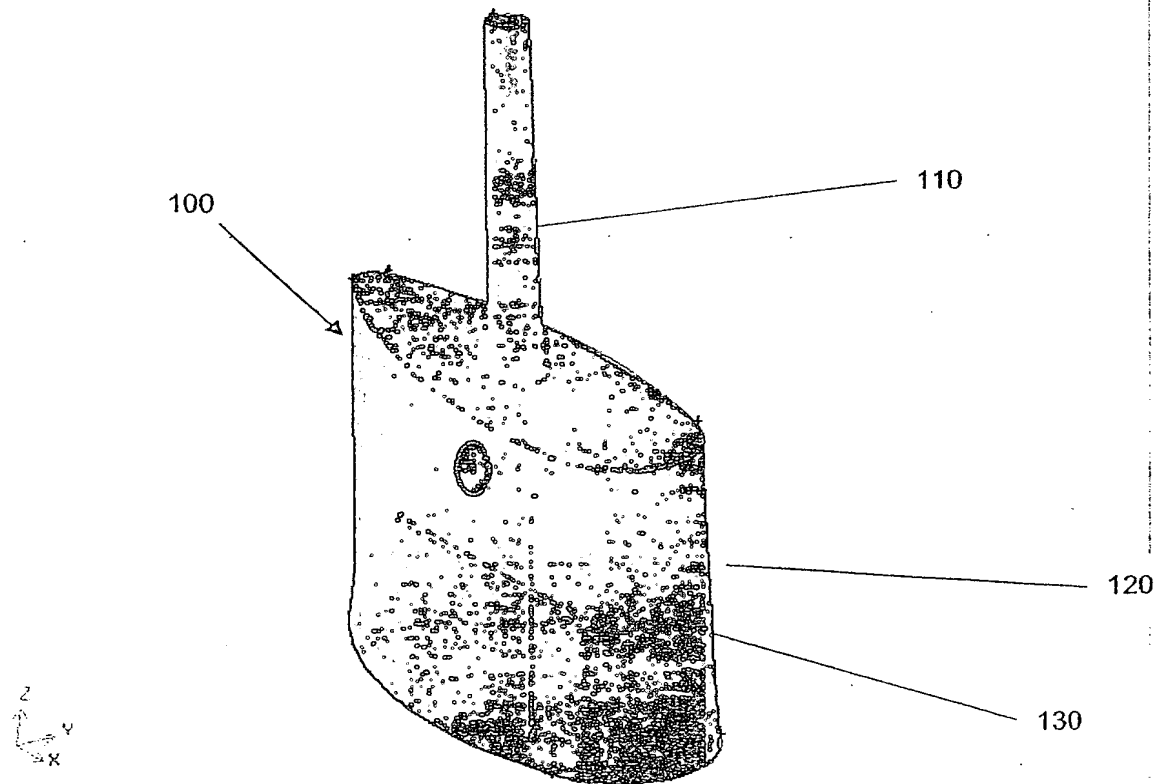


FIG. 13

6/9

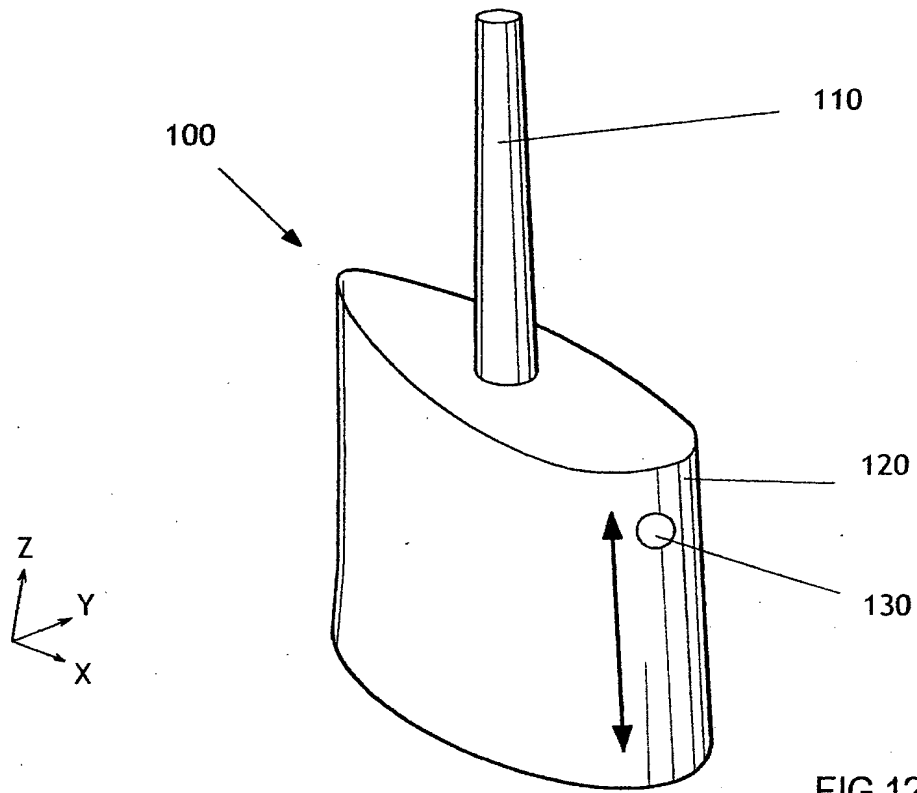


FIG.12

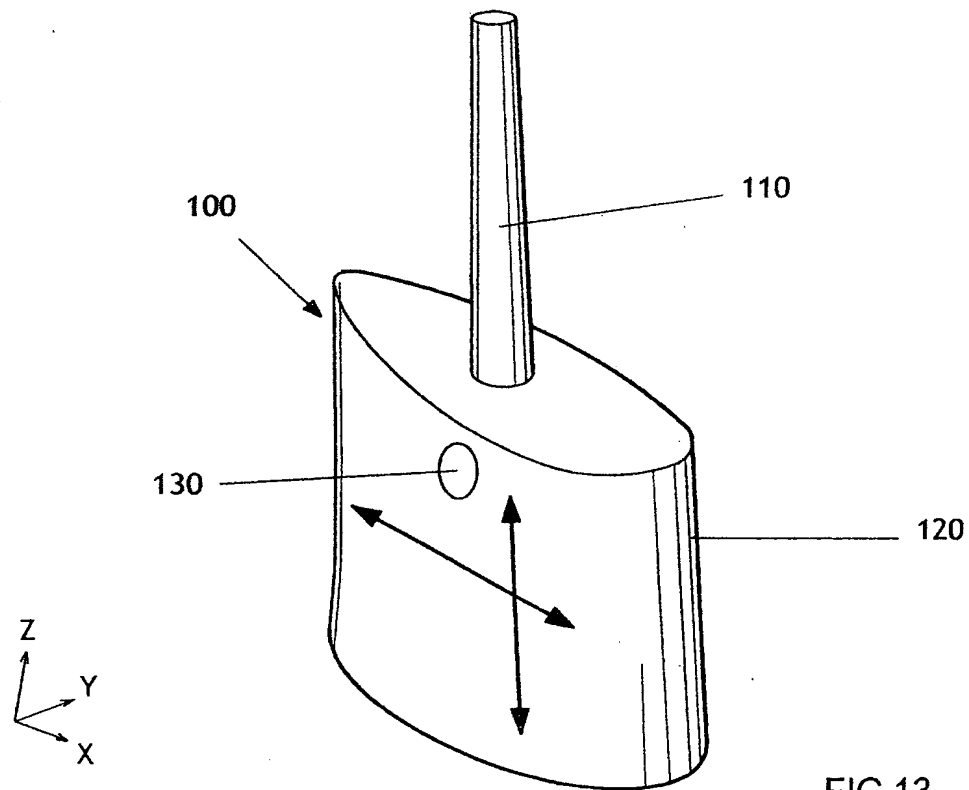


FIG.13

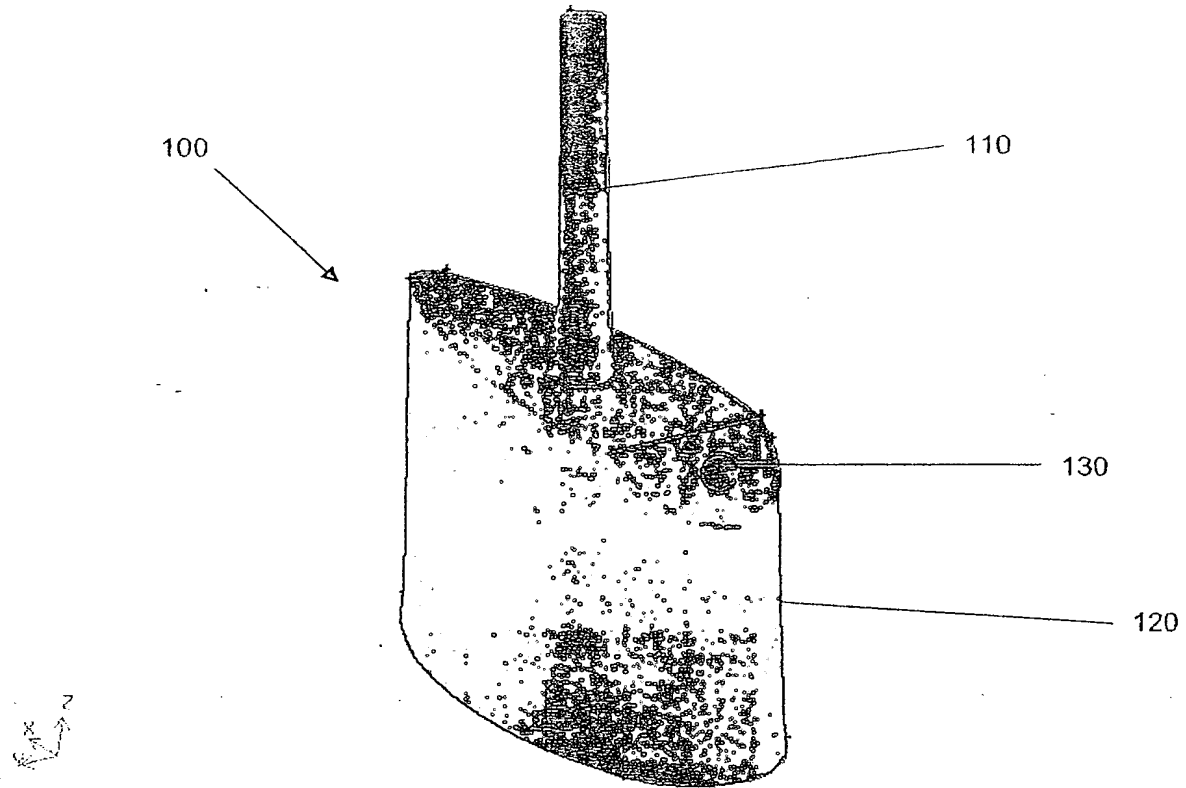


FIG. 14

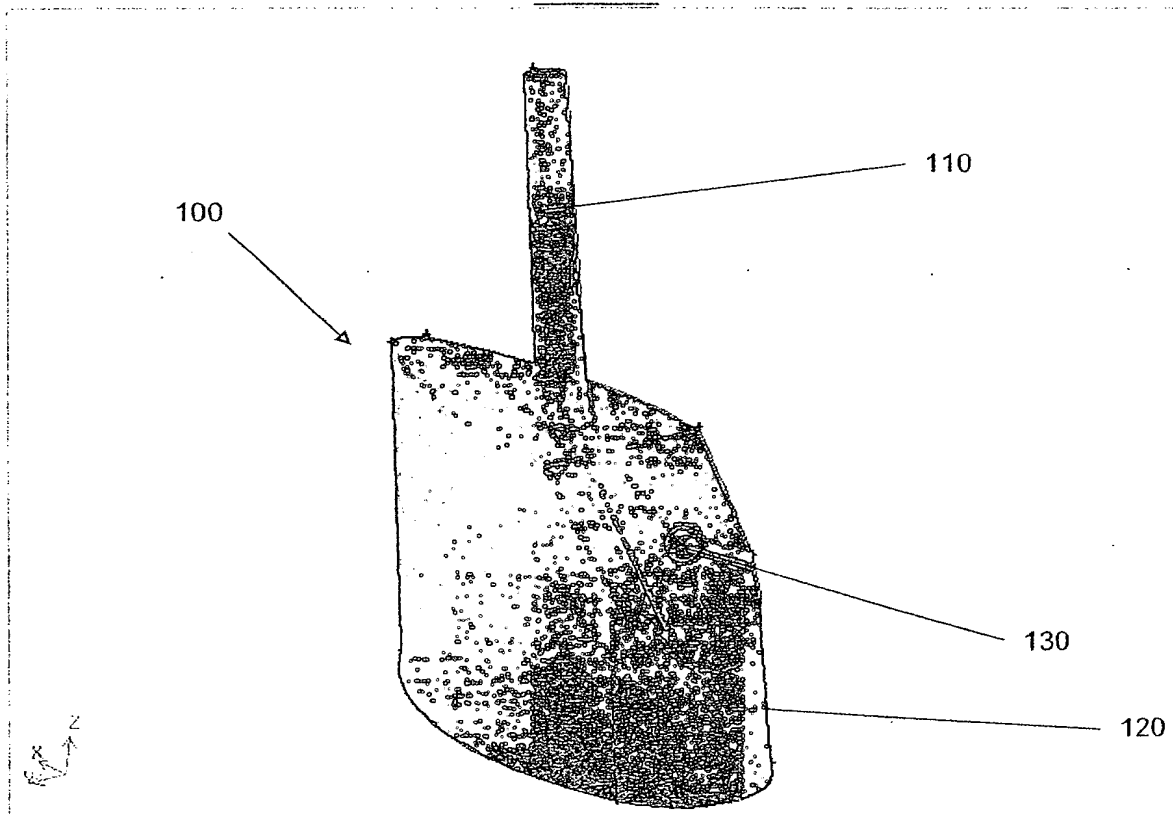


FIG. 15

7/9

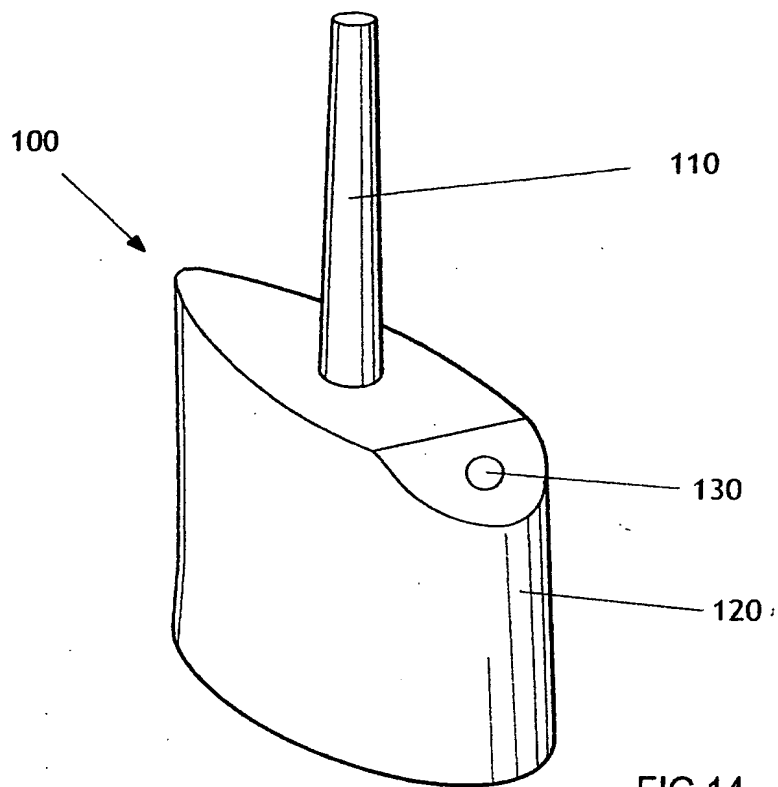
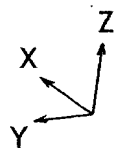


FIG.14

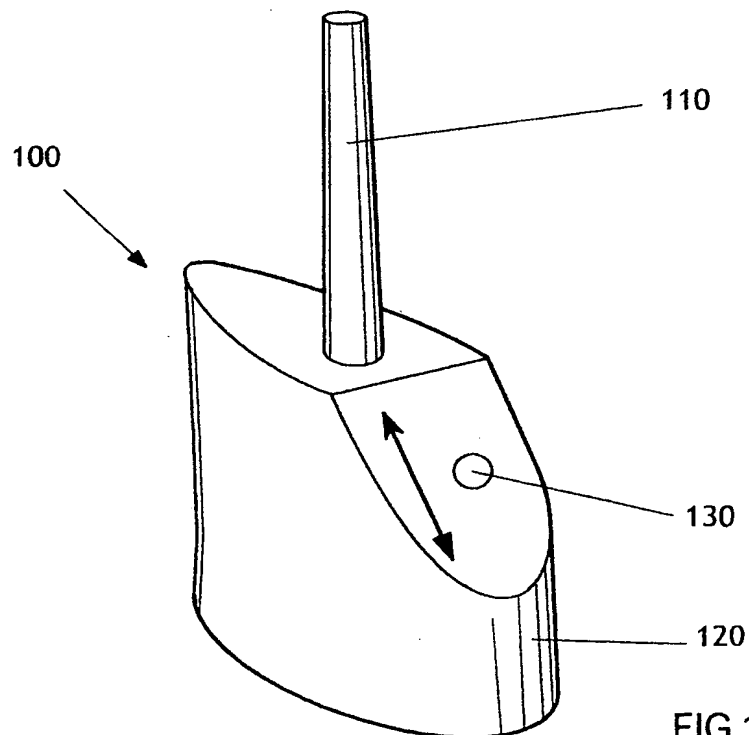
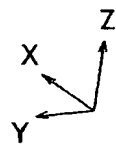
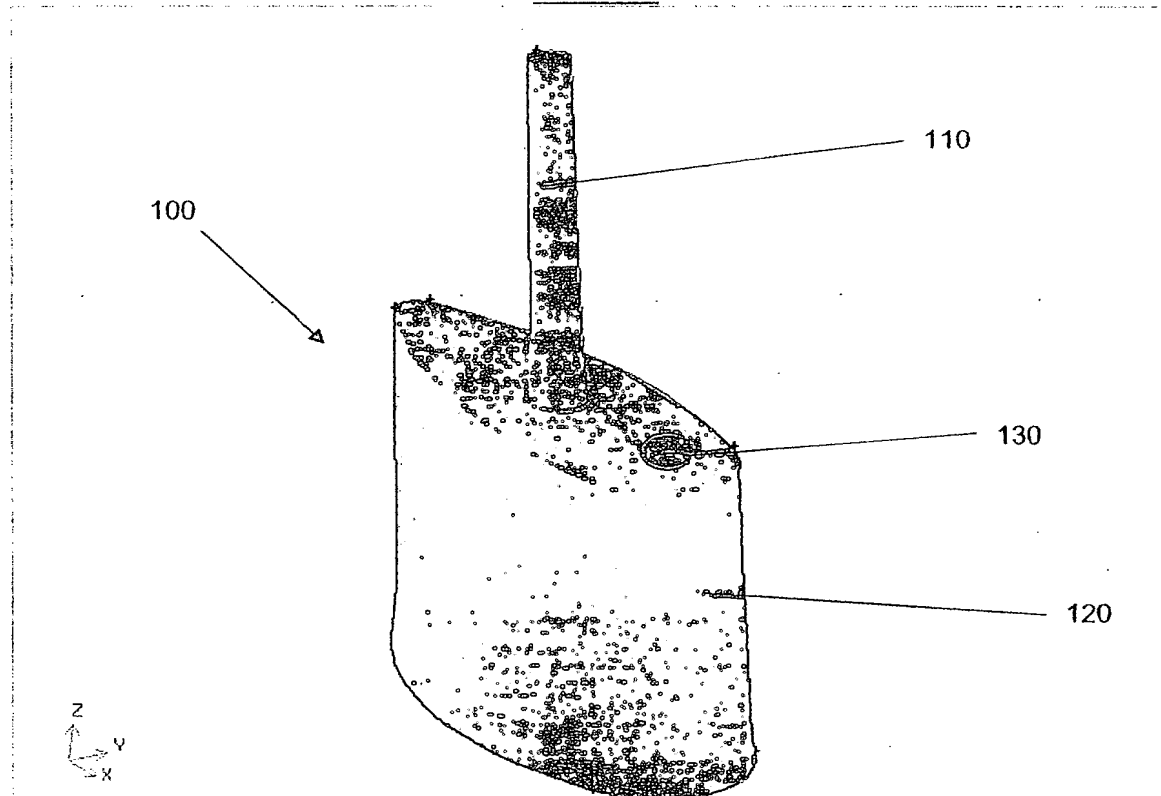
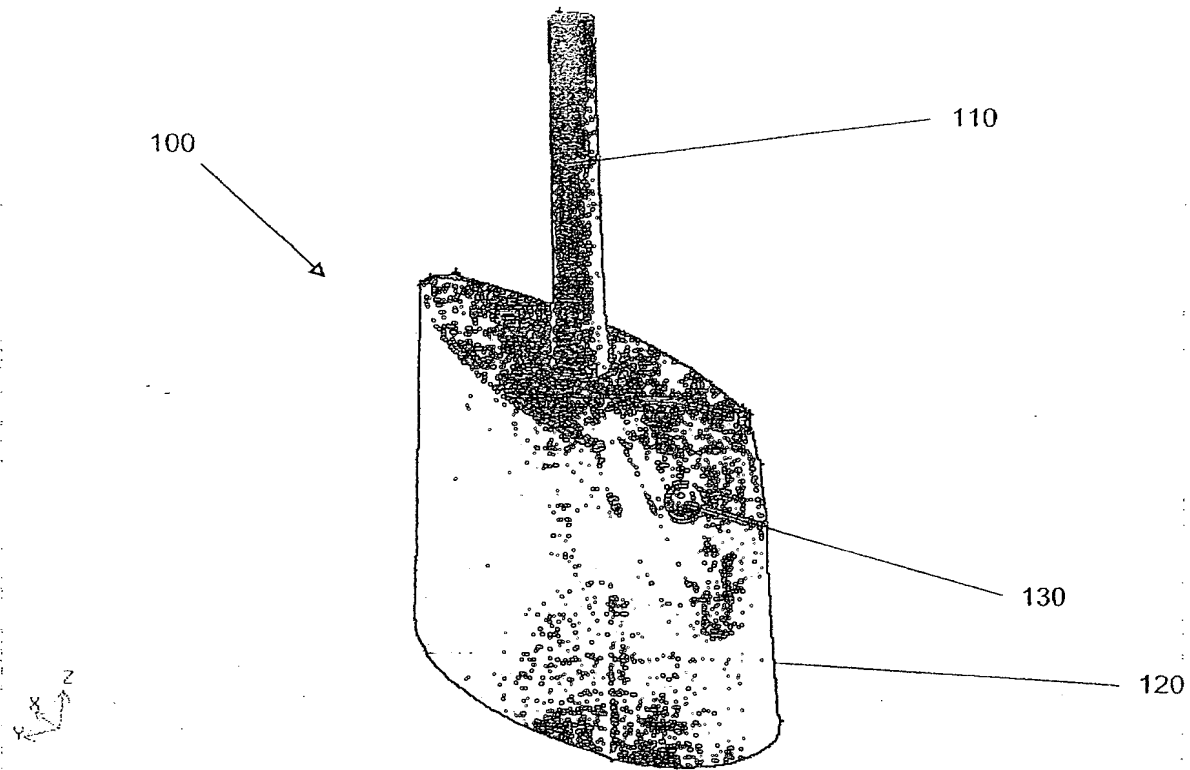
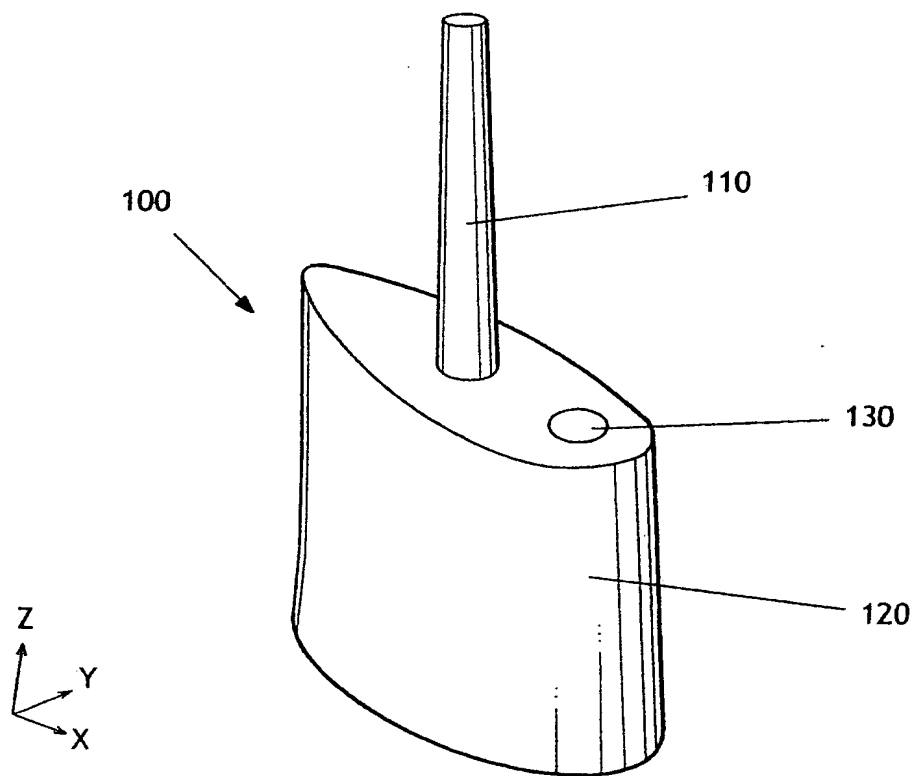
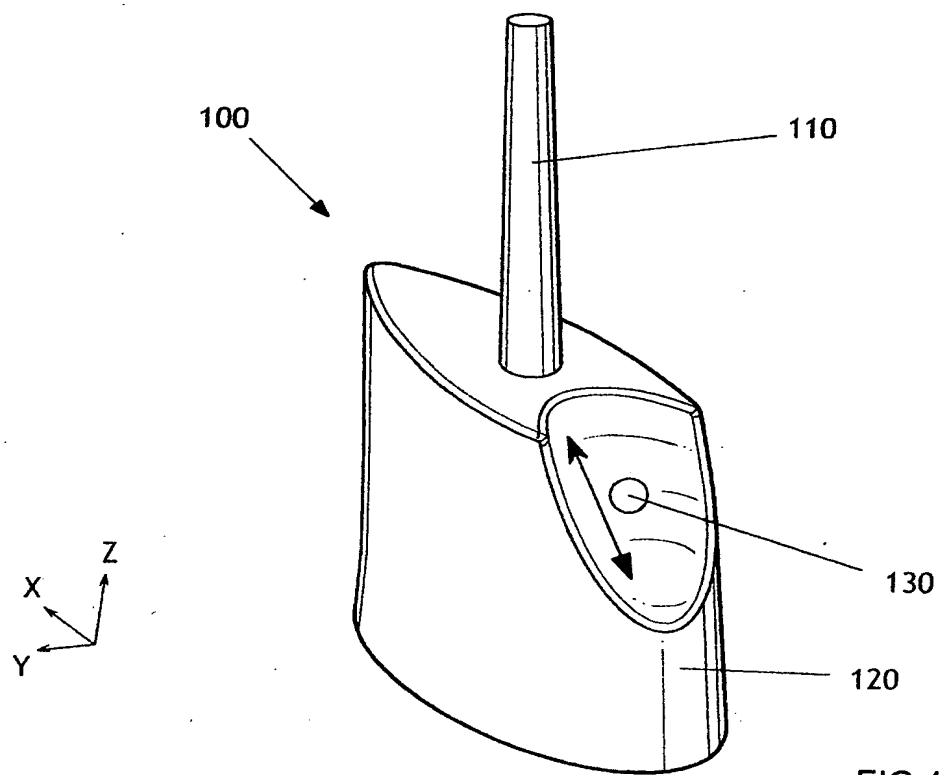


FIG.15



8/9



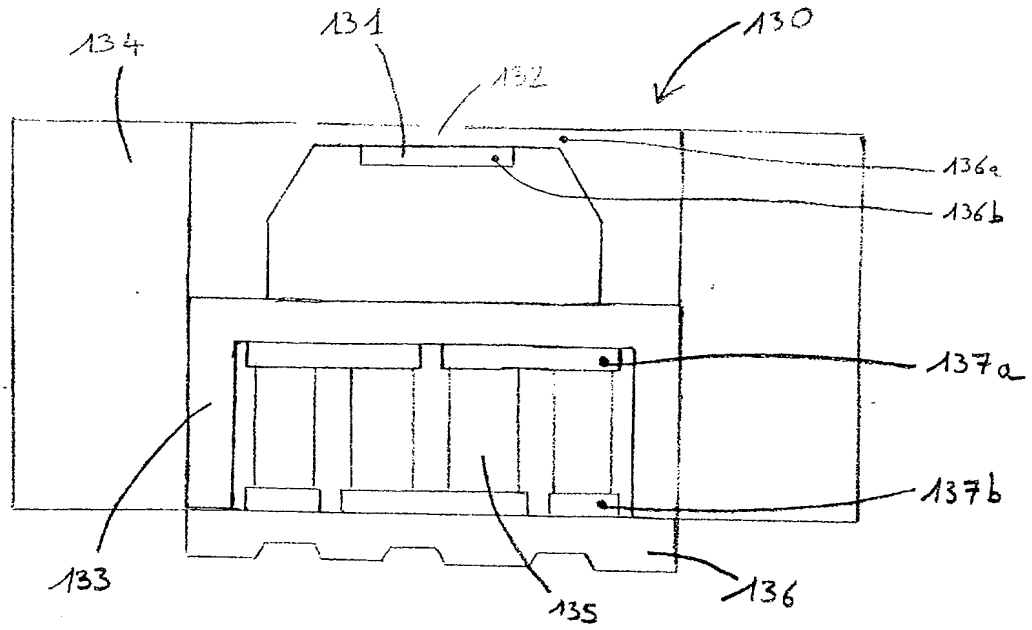


FIG. 18

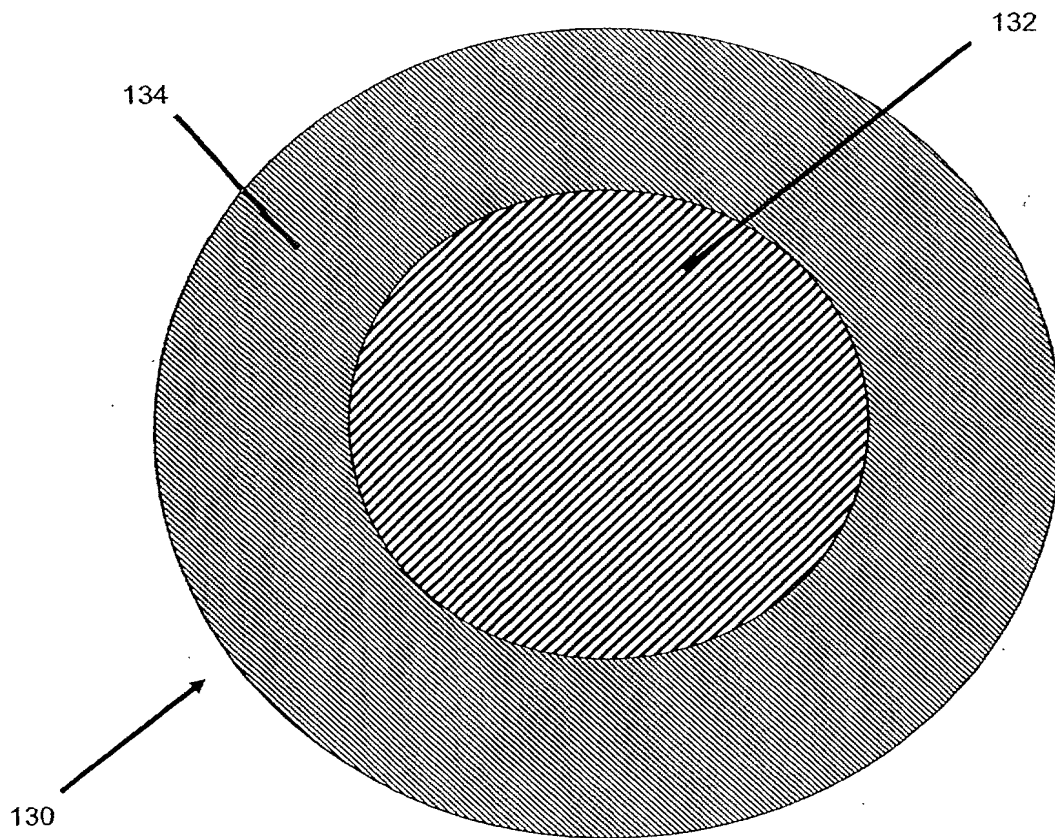


FIG. 19

9 / 9

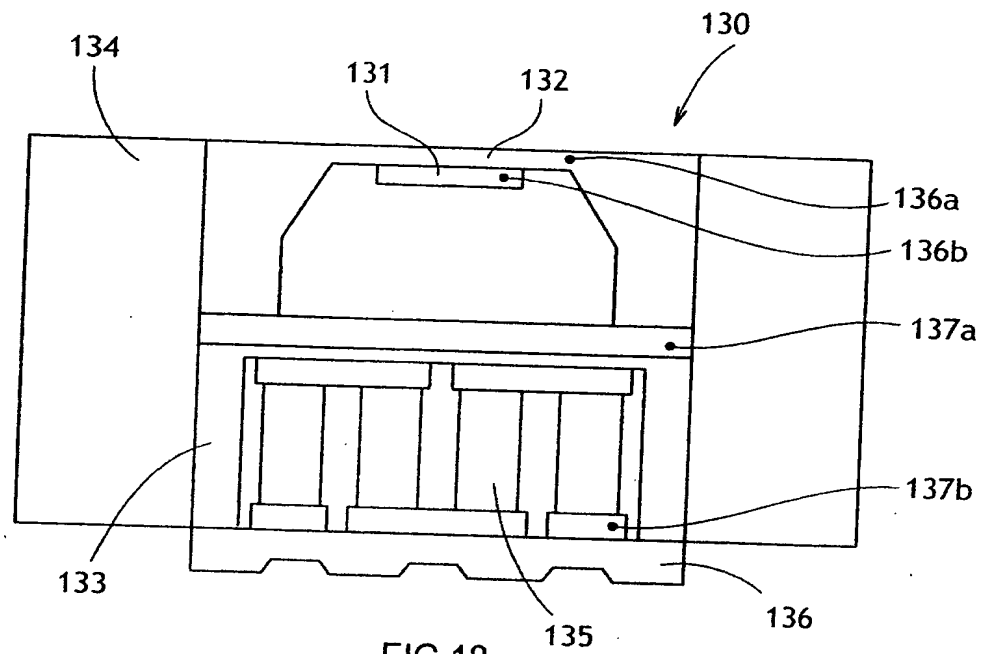


FIG.18

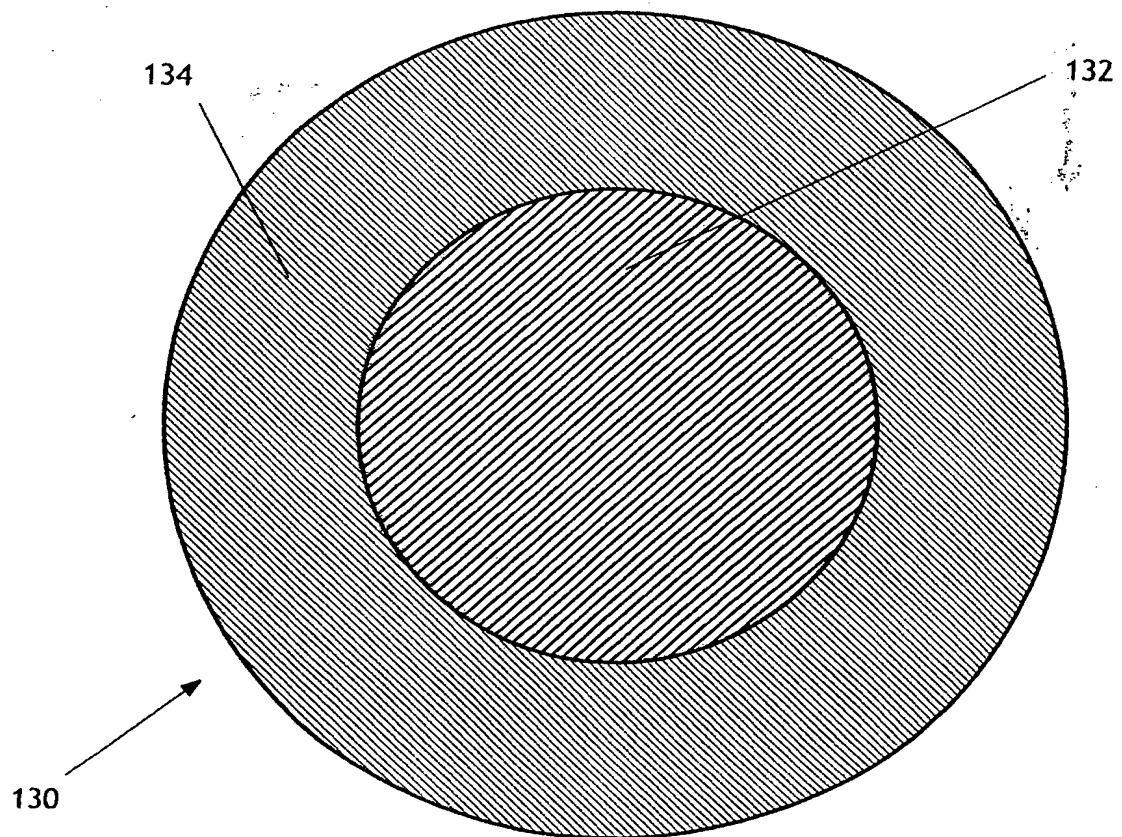


FIG.19

**BREVET D'INVENTION****CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

N° 11235*03

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° .1./1..

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 270601

Vos références pour ce dossier (facultatif)			
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		240986 D21738 OC 05/13/00	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
ENSEMBLE DE DETECTION DE GIVRE DESTINE A ETRE MONTE SUR AERONEF			
LE(S) DEMANDEUR(S) :			
AUXITROL SA :			
5, Allée Charles Pathé,			
18000 BOURGES			
FRANCE			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :			
1	Nom		
	Prénoms	BARRE Cyril	
Adresse	Rue	1, rue des Poulies	
	Code postal et ville	L 36100 ISSOUDUN FRANCE	
Société d'appartenance (facultatif)			
2	Nom		
	Prénoms	LAPEYRONNIE David	
Adresse	Rue	19, rue Jeanne de France	
	Code postal et ville	L 18340 LEVET FRANCE	
Société d'appartenance (facultatif)			
3	Nom		
	Prénoms	SALAUN Gurvan	
Adresse	Rue	49, rue des Arènes	
	Code postal et ville	L 18000 BOURGES FRANCE	
Société d'appartenance (facultatif)			
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)			
96402 17/11/03 			